Franz Ludwig Cancrinus
Hochfürstl. Hessen Hanauischen Cammerraths und Mitglieds der Fürstl. Hessischen Akademie der Wissenschaften zu Giesen wie auch der naturforschenden Gesellschaft zu Berlin

# Anleitung zur Bergmaschinenkunst

erster Teil

welcher
die Mechanik, Hydrostatik, Aerometrie und Hydraulik
in sich begreift

mit 20 Kupfertafeln

Frankfurt am Main
in der Andreäischen Buchhandlung 1777

Franz Ludwig Cancrinus
Hochfürstlich Hessen Hanauischen Cammerraths, und Mitglieds der Fürstlich Hessischen Akademie der Wissenschaften zu Giesen

# erste Gründe der Berg und Salzwerkskunde

Siebender Teil
Erste Abteilung
welche die Mechanik Hydrostatik Aerometrie und Hydraulik enthält
mit 20 Kupfertafeln

---

Frankfurt am Main
in der Andreäischen Buchhandlung 1777.

Der allerdurchlauchtigsten
und grosmächtigsten
Kaiserin und Frau
Frau
# Catharina
Kaiserin und Selbstherrscherin
aller Reussen
meiner
Allergnädigsten Kaiserin
und Frau.

# Vorrede.

Die Bergmaschinenkunst lehret, wie man allerhand Arten von Maschinen bauen soll, die teils zu der Zuführung der frischen Wetter, teils zu der Wasserlosung, und teils zu der Förderung der Erze und Berge gebraucht werden. Sie ist also ein sehr wichtiger Gegenstand der Bergwerkskunde, und wer sie mit Vorteil ausüben will, der

muß eine sehr gute Kentnis von dem Maschinenwesen haben, ohne Mechanik, Hydrostatik, Aerometrie und Hydraulik aber kan man sich niemals einige gründliche und deutliche Begriffe von denen Maschinen machen, und daher handele ich in dieser Abteilung vorerst die eben gedachte Wissenschaften ab.

Ich habe dieselbe in ihrer natürlichen Ordnung vorgetragen, und die vornehmste Wahrheiten, die darinnen vorkommen, so deutlich und überzeugend zu machen gesucht, als es mir nur immer möglich wäre, bei dieser Deutlichkeit aber, die ich mir bei meinen Lesern ein vor allemal zu einem Gesez machen muß, habe ich mich meist nur auf das Gleichgewicht der Kräfte einge-

schränkt,

schränkt, damit ich nicht alzu weitläuftig sein, und das ganze Werk bei meinen zunehmenden Geschäften um desto eher geendigt werden mögte.

Wie ich hoffe, und wünsche: So wird man damit zufrieden sein, daß ich den Anfängern nur einen Vorgeschmak zu andern Schriften gemacht habe, welche die Theorie des Maschinenwesens so umständlich abgehandelt haben. Die, welche die Lehren, die ich von denen Maschinen vortrage, wol fassen, die werden sich in den Schriften eines Eulers, Kästners, Bernoulli, Karstens und Belidors leicht eine genauere und weitläuftigere Erkentnis erwerben, auch daraus die Berechnung der Maschinen kennen lernen können.

# Vorrede.

Dieses ist alles das, was ich in dieser Vorrede zu der ersten Abteilung der Bergmaschinenkunst sagen wollen. Ich empfehle mich damit, und bin dem Publico vor die so gütige, als geneigte Aufnahme meiner geringen Arbeiten sehr verpflichtet. Hanau den 15ten April 1777.

# Erste Gründe

der

# Bergmaschinenkunst.

# Einleitung
## in die
# Bergmaschinenkunst.

---

§. 1.

In der Grubenbaukunst sind die Lehren vorgetragen worden, wie man die Mineralien erschürfen, und in der Tiefe der Erde bearbeiten soll, in der Markscheidekunst hingegen haben wir gezeigt, wie die bei dem Grubenbau vorkommende Ausdehnungen gemessen werden können (§. 1. und 2. der Grubenbauk. und §. 1. und 2. der Markscheidek.). Die in diesen Wissenschaften vorgetragene Lehren allein aber machen noch nicht den ganzen Gegenstand der Bergbaukunst im engern Verstand aus, sondern wir müssen auch die Wissenschaft abhandeln, wie man die bei dem Grubenbau vorkommende Hindernisse heben, und die Mineralien zu Tage schaffen könne; wer aber die Bergbaukunst kennet, der weis auch, daß diese Absicht durch nichts anders, als durch Maschinen erreicht werden kan, und darum

müssen wir nun auch die Bergmaschinenkunst abhandeln (§. 11. 12. und 13. Einleit. in die Bergwerks.).

§. 2.

Diese, die **Bergmaschinen-** oder die **Bergbewegungskunst**, ist also eine Wissenschaft, worinnen die Lehren vorgetragen werden, wie man die zum Grubenbau erforderliche Maschinen vorteilhaft, und ihrer Absicht gemäs angeben, und bauen soll (§. 13. Einleit. in die Bergwerks.).

§. 3.

Wenn man sich mit dem Maschinenwesen nur ein wenig bekant gemacht hat: So wird man auch gleich einsehen, daß die Gründe dazu in der Mechanik, der Hydrostatik, der Aerometrie, und der Hydraulik aufgesucht werden müssen.

§. 4.

Damit wir nun die Bergmaschinenkunst nicht so ohne alle Gründe vortragen mögen, und man dieselbe besser fassen, und verstehen könne: So wollen wir die allerersten Gründe von ienen Wissenschaften abhandeln, uns aber, unserem Zwek gemäs, so kurz wie möglich, zusammen fassen.

§. 5.

In dieser der Bergmaschinenkunst werden wir also die Mechanik in der ersten-, die Hydrostatik in der zwoten-, die Aerometrie in der dritten-, die Hydraulik in der vierten-, und endlich die Bergmaschinenkunst an und für sich selbst in der fünften Abhandlung vortragen.

# Die erste Abhandlung.

## Von der
## Mechanik.

§. 6.

Die Mechanik kan überhaupt in zwei Wissenschaften geteilt werden, in die Statik, und in die eigentliche Mechanik.

§. 7.

Die Statik, überhaupt genommen, ist diejenige Wissenschaft, welche von dem Gleichgewicht der Körper handelt, wobei iede Kraft, die der andern entgegen gesezt ist, diese andere hindert, daß keine Bewegung erfolgen kan. Sie erstrekt sich so wohl auf die festen, als die flüssigen Körper, die aber, welche von dem Gleichgewicht der

festen Körper handelt, wird eigentlich die Statik genent.

§. 8.

Die Mechanik im allgemeinen Verstande ist eine Wissenschaft, welche die Lehre von der wirklichen Bewegung der Körper, und die Gesezze dieser Bewegung vorträgt. Das Wort Mechanik wird auch in einer noch engern Bedeutung genommen, in dieser aber verstehet man darunter die Lehre von denen Maschinen.

§. 9.

In den vorigen Zeiten truge man unter dem Nahmen der Mechanik meist nur die Statik der Alten vor, die Neueren aber unterscheiden beide, und verstehen unter der Mechanik, die so eben erklärte Mechanik im allgemeinen Verstand. Diese heist aber auch wohl die höhere Mechanik, und in so fern wird die Statik auch eine Mechanik genent.

§. 10.

Wir wollen vornehmlich die ersten Gründe der Statik, in so weit sie sich auf die Bergmaschinen erstrekken, unter dem Nahmen der Mechanik vortragen.

§. 11.

In dieser Wissenschaft können vornehmlich zwei Stükke vorgetragen werden. Vorerst die allgemeinen

nen Begriffe von der Mechanik, und den Kräften und Eigenschaften der Körper überhaupt, vor das andere aber die Lehren der Mechanik selbst.

§. 12.

Jene wollen wir in dem ersten, diese aber in dem andern Abschnitt vortragen, und die darinnen vorkommende Wahrheiten so deutlich abhandeln, als es uns nur immer möglich ist.

# Der erste Abschnitt.

## Von den allgemeinen Begriffen in der Mechanik, und den Eigenschaften und Kräften der Körper überhaupt.

§. 13.

Ein Körper ist ein iedes Ding in der Welt, welches aus an einander hängenden Teilen zusammen gesezt ist.

§. 14.

Wenn man die Körper nach dem Zusammenhang ihrer Teile betrachtet: So hängen dieselbe entweder mit keiner merklichen Kraft zusammen, oder dieses ist nicht. Jene heissen flüssige, diese aber feste Körper.

§. 15.

Die Körper teilen sich auch noch in spröde, harte, elastische, und weiche, biegsame, oder ziehbare Körper. Die Körper von der ersteren Art sind dieienigen festen Körper, die zerreissen, wenn eine äusere Gewalt ihre Gestalt ändert, die Körper von der andern Art hingegen die, deren Gestalt durch eine äusere Gewalt nicht geändert wird. Die Körper von der dritten Art sind solche Körper, die sich durch ihre eigene Kraft wieder in ihre vorige Gestalt versezzen, wenn sie durch eine äusere Gewalt geändert worden. Endlich die Körper von der vierten und lezten Art sind die, welche bei diesem Umstand nicht zerreissen, aber auch ihre vorige Gestalt nicht wieder annehmen.

§. 16.

Ein ieder Körper nimt eine gewisse körperliche Ausdehnung ein, welcher Raum seine Gröse ausmacht (§. 438. der Markscheidek.), und dieser heist sein Umfang (volumen).

§. 17.

Die Teile eines Körpers zusammen genommen werden seine Materie, oder seine Masse genennet.

§. 18.

Erfahrung und Versuche bestättigen, daß sich in den Körpern Räumger befinden, die nicht mit der eigen-

eigenthümlichen Materie des Körpers, sondern mit einer fremden angefült sind, und diese heisen Zwischenräume (interstitia oder pori).

§. 19.

Da sich in den Körpern Zwischenräumger befinden: So muß man auch den eigentlichen Raum, den die Materie des Körpers einnimt, von dem Umfang dieses Körpers unterscheiden (§. 16.).

§. 20.

Ein Körper, der viele Materie, und sehr kleine, und wenige Zwischenräume hat, heist ein dichter, der aber, welcher wenig Materie, und viele, und grose Zwischenräume besizt, ein dünner, oder ein lokkerer Körper.

§. 21.

Beide Arten der Körper sind sehr unterschieden, und bald mehr, und bald weniger dicht, oder lokker, der aber, den man sich vorstelt, als hätte er gar keine Zwischenräume, heist ein vollkommen dichter Körper, und der, worinnen alle gleich grose Teile gleich viele Masse haben, wird ein gleichdichter, oder gleichförmig dichter Körper genent.

§. 22.

Wenn zwei Körper A und B gleich gros sind,

ieder aber gleich dicht ist, und der eine A noch einmal so viele Masse hat, als wie der andere B; So ist auch der Körper A noch einmal so dicht, als der Körper B: Und, wenn bei dieser Gröse, der Körper A noch dreimal so viel Masse hat, als wie der Körper B; So ist auch iener noch dreimal so dicht, als wie dieser u. s. w. Es verhalten sich demnach die Dichtigkeiten der Körper, die gleich gros sind, und deren ieder gleich dicht ist, wie ihre Massen.

§. 23.

Wenn zwei Körper A und B gleich gros sind, der Körper A aber noch einmal so dicht ist, als wie der Körper B; So ist auch in der Hälfte des Raumes des Körpers A, so viele Masse, als wie in dem ganzen Raume des Körpers B: Und, wenn bei dieser Gröse der Körper A noch dreimal so dicht ist, als wie der Körper B; So muß auch in dem dritten Teil des Raumes des ersteren Körpers eben so viele Masse seyn, als wie in dem lezteren, u. s. f. Wenn demnach die Massen der Körper gleich sind: So verhalten sich ihre Dichtigkeiten, wenn nur ein ieder gleichförmig dicht ist, verkehrt, wie ihre Räume, die sie einnehmen.

§. 24.

Die Lage eines Körpers gegen den andern, welche durch Entfernungen bestimt wird, heist sein Ort.

§. 25.

§. 25.

Wenn ein Körper seinen Ort verändert; So sagt man, daß er sich bewege: Aendert er hingegen diesen seinen Ort nicht; So pflegt man zu sagen, er ruhe.

§. 26.

Die Eigenschaft des Körpers, vermöge der es uns vorkomt, als ob etwas in demselben sei, das ihn in der Ruhe, oder der Bewegung zu erhalten strebt, heist man die Trägheit (inertia). Diese Trägheit bringt also eigentlich keine Veränderung in dem Körper hervor, und in so fern kan man sie keine Kraft nennen, inzwischen nent man sie doch zuweiln die Kraft der Trägheit (vis inertiæ).

§. 27.

Alle das, was eine Bewegung hervorzubringen, oder zu verhindern strebet, das nent man eine Kraft, und zwar eine bewegende, wenn sie einen ruhenden Körper zu bewegen, oder die Bewegung eines schon bewegten Körpers auf irgend eine Art zu ändern strebt. Die wirkliche Anwendung der Kraft heist das Wirken, auch die That, oder die Thätigkeit. Wenn eine Kraft verhindert, daß sich eine andere nicht so thätig erweisen kan, als wie sie thun würde, wenn ihr iene keine Hinderniße sezte: So nent man dieselbe einen Wiederstand. Das, was durch eine Kraft wirklich wird, das nent man die Wirkung

(actio),

(actio), die Gröse der Wirkung aber die Gewalt (impetus). Die Veränderung, die ein wirkender Körper von einem Wiederstand leidet, heist die Gegenwirkung (reactio).

§. 28.

Wenn ein Körper A in den Körper B wirket: So wiederstehet der Körper B, vermöge seiner Trägheit, dem Körper A (§. 26.), und die Veränderung, welche der wirkende Körper leidet, wird als eine Gegenwirkung des leidenden Körpers angesehen (§. 27.). Nun kan aber diese Veränderung weder gröser, noch kleiner sein, als die Wirkung, womit der Körper A in den Körper B wirkt, weil zu dem ersteren kein Grund vorhanden ist, in dem andern Fall aber ein Teil der Wirkung ohne Veränderung wäre, und daher sind auch, wenn ein Körper in den andern wirkt, Wirkung und Gegenwirkung einander gleich. Stelt man sich vor, daß man eine Last von einem Centner bewegen soll: So ist auch der Wiederstand gehoben, so bald man eine Kraft von einem Centner anwendet, und in so fern ist die Wirkung der Gegenwirkung gleich, die Kraft aber, welche man über einen Centner anwendet, die gebraucht man zu der Bewegung selbst.

§. 29.

Wenn eine Kraft der andern entgegen gesezt ist,

so,

so, daß eine iede die Wirkung der andern hindert, und keine Bewegung erfolgt: So sagt man, daß ein Gleichgewicht (æquilibrium) da sei. Kräfte nun, die ein solches Gleichgewicht hervorbringen, werden todte Kräfte genent, Kräfte hingegen, wovon die eine die andere nur zum Teil an der Bewegung hindert, und also die eine die andere überwiegt, folglich eine Bewegung erfolgt, heisen lebendige Kräfte.

§. 30.

Von zwei Kräften, die einander im Gleichgewicht halten, oder wovon die eine die andere nur zum Teil an der Bewegung hindert, nent man die, welche die Bewegung hervorbringen soll, oder wirklich hervorbringt, überhaupt die Kraft, die aber, welche bewegt würde, wenn keine Hindernis da wäre, oder wirklich bewegt wird, die Last. Auch diese wirkt in die so eben gedachte Kraft, und darum ist sie ebenwol eine Kraft (§. 27.).

§. 31.

So wohl die Kraft, als die Last bestehen in lebendigen, und leblosen Geschöpfen. Jene sind Menschen und Thiere, diese aber Feuer, Luft, Wasser, Erde, Steine, Gewichte, Schnellfedern, u. d. g. denn sie können so wohl eine Bewegung hervorzubringen, als zu verhindern streben.

§. 32.

§. 32.

Wenn ein Körper in einen andern mit einer todten Kraft wirket, und ihn also nicht bewegt (§. 29.): So heist diese Wirkung ein Druk, ein Stos hingegen, wenn die Kraft lebendig ist, und den Körper bewegt (der angef. §.). Wenn man einen Körper auf die Hand, oder ein anderes Glied des Leibes legt: So empfindet man diesen Druk. Eben so empfindet man den Stos von einer lebendigen Kraft.

§. 33.

Wenn man einen Körper mit einem andern unterstüzt, diesen aber, ohne ienen im mindesten anzustosen, wegnimt: So bewegt sich iener in dem Augenblick nach der Erde, und zwar so lang, bis er auf sie zu liegen komt, diese Bewegung nun pflegt man den Fall zu nennen. Die Erfahrung bestättiget, daß ein schwerer Körper in einer Secunde $15\frac{615}{1000}$ rheinländische Schuhe fält.

§. 34.

Diese Kraft des Körpers, vermöge welcher er, wie die Erfahrung lehret, stets unter sich nach der Erde drukt, nent man die Schwere.

§. 35.

Ein iedes Teilchen eines Körpers besizt eine gewisse Schwere, und es ist die ganze drukkende Kraft

eines

eines Körpers die Summe der drukkenden Kräfte aller einzelen Teile.

§. 36.

Je mehr Masse daher ein Körper hat (§. 17.), um desto gröser ist sein Druk, und desto schwerer ist er, hingegen ist sein Druk um desto geringer, und er hat um desto weniger Schwere, ie kleiner seine Masse ist.

§. 37.

Körper, die mit andern einerlei Raum einnehmen, aber mehr schwere Materie haben, als diese, heisen dichtere Körper, oder Körper von schwerer Art (corpora densiora, oder corpora specifice graviora), die hingegen, welche unter einerlei Raum weniger schwere Materie haben, lokkere oder leichtere Körper (corpora rariora).

§. 38.

Eine iede bestimte Gröse der Kraft, womit ein Körper unter sich nach der Erde drukt, heist ein Gewicht. Zuweilen nent man die Körper selbst in Rüksicht auf diese bestimte Kraft Gewichte.

§. 39.

Je mehr Masse die Körper unter einerlei Umfang haben (§. 16.), desto gröser muß auch ihr Gewicht

wicht sein: Und es verhalten sich die Gewichte der Körper wie ihre Massen, wenn die kleinsten Teile der Materie des Körpers, die gleiche Massen haben, auch in dem Gewicht gleich sind.

§. 40.

Weil die Schwere stets unter sich nach der Erde drükt, und eine Bewegung erfolgt, wenn dieser Kraft nichts widerstehet (§. 33. und 34.), das Gewicht aber eine bestimte Gröse der Kraft ist, womit der Körper unter sich nach der Erde drükt (§. 38.): So kan man auch eine iede Kraft, sie habe auch Nahmen, wie sie wolle, durch ein Gewicht vorstellen.

§. 41.

Weil alle Kräfte oder Gewichte, die mit einander verglichen werden, entweder gleich gros, oder gröser und kleiner, eben so aber auch die Linien beschaffen sind: So kan man auch die Gröse der Kräfte oder Gewichte, und ihre Verhältnis, statt durch Zahlen, durch Linien ausdrukken, die nach einerlei Maasstab ausgemessen werden (§. 475. der Markscheidek.).

§. 42.

Das Gewicht der Körper wird nicht verändert, wenn sie eine andere Gestalt bekommen, wenn nur die Menge der Materie des Körpers immer ein und eben dieselbe bleibt. Auch ist das Gewicht eines

Kör-

Körpers einerlei; es mag an einem langen, oder kurzen Faden sein.

§. 43.

Die Erfahrung bestättiget, daß alle von einerlei, oder verschiedenen, aber nicht allzu grosen Höhen herunter fallende Körper in geraden Linien nach der Erde fallen, und daß diese Linien einander parallel und senkrecht sind (§. 409. 414. und 930. der Markscheidek. und §. 33. und 34.). Man kan sich von der Wahrheit dieses Sazzes gar bald überzeugen, wenn man verschiedene Körper mit Faden an einen horizontalliegenden geraden Stab anbindet, da dann alle diese Faden einander parallel sind, und mit dem Stabe rechte Winkel machen.

§. 44.

Diese Linien, wornach die Körper nach der Erde fallen, nent man die Directionen, oder die Richtungen der Schwere (§. 34.), und sie stehen auf der Ebene der Erde, und dem stillstehenden Wasser senkrecht, daher sie dann, wenn die Erde eine Kugel ist, durch den Mittelpunkt der Erde gehen (§. 420. und 930. der Markscheidekunst). Ueberhaupt heist die gerade Linie, nach welcher sich ein Körper bewegt, oder bewegen würde, wenn ihm kein Hindernis entgegen gesezt wäre, die Directions- oder Richtungslinie des Körpers.

§. 45.

Der Punkt des Körpers, wodurch er in zwei gleich grose Teile geteilt wird, heist der Mittelpunkt der Gröse, und der Punkt, wodurch ein Körper in zwei gleichschwere Teile geteilt wird, der Mittelpunkt der Schwere, oder der Schwerpunkt. Stelt man sich vor, daß ein Körper von der Spizze einer geraden Linie, oder, sinnlicher, von der Spizze einer Nadel unterstüzt wird, und zwar so, daß er auf keine Seite wanket, sondern ruhet, so ist dieser Punkt, worinnen der Körper unterstüzt ist, der Schwerpunkt, und so kan man den Mittelpunkt der Schwere eines ieden natürlichen Körpers durch die Erfahrung finden. Man kan aber auch einen Körper auf einer Schärfe so lange verschieben, bis er ruhet, und alsdann heist die senkrechte Ebene durch diese Schärfe die Schwerebene. Legt man diesen Körper abermal auf diese Schärfe, so, daß er ruhet, aber andere Punkten auf dieselbe zu liegen kommen: So bekomt man eine noch andere senkrechte Schwerebene, welche iene in einer senkrechten Linie durchschneidet (§. 414. der Markscheidek.), die ein Durchmesser der Schwere heist, und worinnen der Mittelpunkt der Schwere ist. Legt man endlich diesen Körper in noch andern Punkten auf diese Schärfe: So durchschneidet diese, die dritte Schwerebene, der Durchmesser der Schwere in einem Punkt, und dieser in dem Innern des Körpers befind-

befindliche Punkt ist der eigentliche Schwerpunkt. In diesem Mittelpunkt der Schwere kan man sich die ganze Schwere des Körpers beisammen vorstellen. So lange also dieser Punkt nicht fallen kan, in so lange fält auch der Körper nicht, und dieses geschiehet, wenn die Directionslinie durch den Schwerpunkt des Körpers innerhalb seine Grundfläche fält (§. 44.).

§. 46.

Wenn ein Körper aus einerlei Materie bestehet, und gleichförmig dicht ist (§ 21.): So ist der Mittelpunkt der Gröse auch der Mittelpunkt der Schwere, wenn nur der Körper gleich dik, und breit ist.

§. 47.

Die Linie, welche ein Punkt, der sich bewegt, nach und nach durchläuft, nent man den beschriebenen Raum, oder auch schlechtweg den Raum, oder den Weg. Wenn diese Linie, worinnen sich der Punkt bewegt, gerade ist, so heist die Bewegung eine geradlinigte, hingegen aber eine krumlinigte, wenn sich der Punkt in einer krummen Linie bewegt, und also alle Augenblik seine Richtung ändert (§. 399. der Markscheidek.).

§. 48.

Die Zeit, worinnen sich ein Körper bewegt, ist eine Reihe von verschiedenen auf einander folgenden

Veränderungen. Man nimt gemeiniglich vor die Zeit eine Secunde an, damit man eine ein vor allemal festgesezte Gröse habe.

§. 49.

Wenn sich ein Punkt dergestalt bewegt (§. 25.), daß er in gleichen Zeiten gleiche Räume durchläuft: So sagt man, daß er sich gleichförmig bewege, hingegen aber, daß er sich ungleichförmig bewege, wenn die Räume ungleich sind, die er in gleichen Zeiten beschreibt. Wenn sich also ein Punkt in einer Zeit, die noch einmal so gros ist, auch noch einmal so weit, in einer Zeit, die dreimal so gros ist, dreimal so weit bewegt, u. s. w.: So bewegt er sich gleichförmig, ungleichförmig hingegen, wenn er in der nocheinmal, oder dreimal so grosen Zeit, u. s. w. sich nicht zweimal und dreimal so weit bewegt, u. s. w.

§. 50.

Wenn man auf die Gröse des Raums siehet, den ein Punkt in einer Zeit, die man als Eins annimt, mit einer gleichförmigen Bewegung durchläuft: So nent man diesen Raum die Geschwindigkeit. Gemeiniglich nimt man vor die Geschwindigkeit eines Punkts den Raum an, den er in einer Zeit von einer Secunde zurück legt (§. 48). Man könte auch eine Minute, oder Stunde davor annehmen, eine Secunde aber ist als ein so kleines

Zeitteilchen, um die Brüche zu vermeiden, viel bequemer.

§. 51.

Wenn ein Punkt A in einer Zeit einen noch einmal so grosen Raum gleichförmig durchläuft, als ein anderer B in eben der Zeit, so bewegt sich iener noch einmal, und wenn er in eben der Zeit einen dreimal so grosen Raum durchläuft, dreimal so geschwind, als der Punkt B. Es verhalten sich demnach die Geschwindigkeiten der Punkten, wie die Räume, welche sie in gleichen Zeiten gleichförmig durchlaufen.

§. 52.

Wenn die Geschwindigkeit eines Punkts in allen Augenblikken der Bewegung zunimt: So heist dieselbe eine beschleunigte, wachsende, oder zunehmende Bewegung (motus continuo acceleratus). Wenn hingegen die Geschwindigkeit in iedem Augenblik abnimt: So wird sie eine abnehmende, oder verminderte Bewegung (motus continuo retardatus) genent.

§. 53.

Wenn die Geschwindigkeit in allen gleichen Teilen der Zeit gleich viel zunimt; So heist die Bewegung eine gleichförmig zunehmende (motus uniformiter acceleratus), hingegen aber eine gleich-

förmig abnehmende, oder verminderte Bewegung (motus uniformiter retardatus), wenn die Geschwindigkeit in allen gleichen Teilen der Zeit gleich viel abnimt.

§. 54.

Es ist also die gleichförmig beschleunigte Bewegung nach 2 Secunden noch einmal so gros, und nach drei Secunden noch 3mal so gros, als nach einer Secunde, u. s. w., hingegen ist die verminderte nach 2 Secunden noch einmal so klein, und nach 3 Secunden noch 3mal so klein, als nach einer Secunde, u. s. w.

§. 55.

Hieraus nun begreift man leicht, daß sich so wohl bei der gleichförmig zu-, als abnehmenden Bewegung, die Vermehrung und Verminderung der Geschwindigkeit, als wie die Zeit verhält, in welcher die Bewegung zu- oder abnimt, und also der Zeit proportional sei (§. 217. der Markscheidek.).

§. 56.

Mit Galiläo nimt man an, daß bei dem freien Fall der Körper die Geschwindigkeit der Zeit proportional sei, und die natürliche Schwere der Körper sie gleichförmig beschleunige.

§. 57.

Wenn zwei Kräfte einen Körper A nach Ab und Ac, Tab. I. fig. 1, zugleich bewegen wollen, und zwar so, daß die Directionslinien A b und A c dieser Kräfte einen Winkel b A c mit einander machen: So nent man die Bewegung, die daher erfolgt, eine zusammen gesezte Bewegung. In der Folge werden wir zeigen, daß in diesem Fall der Körper A die Diagonallinie A d durchläuft (§. 433. der Markscheidek.). Die Kräfte, welche nach A b und A c wirken, heisen die äuseren Kräfte, oder die Seitenkräfte, die Kraft hingegen, mit welcher der Körper nach A d getrieben wird, die mittlere Kraft, die Linie A d selbst aber die mittlere Richtung.

§. 58.

Den Wiederstand, den ein Körper von einer Fläche leidet, an der er sich bewegt, heist die Reibung (frictio) (§. 27.).

§. 59.

Ein ieder Körper, wodurch man vermögend wird eine Bewegung hervor zu bringen, heist eine Maschine, und zwar ein Hebzeug, oder eine einfache Maschine, wenn durch sie die Kraft unmittelbar in den Körper wirket, hingegen eine zusammengesezte Maschine, wenn einfache Hebzeuge so mit einander verknüpft werden, daß die Kraft die Last

nicht unmittelbar an dem ersten Hebzeug bewegt, sondern durch die Kraft, welche das erste Hebzeug bewegt, ein Hebzeug dem andern die Bewegung mitteilt, so, daß das, welches zulezt bewegt wird, die Last bewegt.

§. 60.

Um eine Maschine in Bewegung zu sezzen bedient man sich der §. 31. angezeigten Kräfte, mit denen Maschinen aber bringt man entweder mit Vorteil einen blosen Druk, oder eine Pressung zuwege, oder man bewegt eine körperliche Masse, eine Last, die man als den Wiederstand der Maschine ansiehet (§. 27.). In beiderlei Arten von Maschinen heist das, was die Maschine hervorbringt, der Effect.

## Der zweite Abschnitt.

### Von der Mechanik an und für sich.

§. 61.

Wenn man sich eine gerade unbiegsame Linie (§. 399. der Markscheidek.), ohne alle Schwere, gedenket, so, daß an zwei Punkten zwei Kräfte angebracht sind, in einem dritten Punkt aber, worum sich diese Linie, wenn das Gleichgewicht aufgehoben ist,

ist, bewegt, eben diese Linie unterstůzt ist: So hat man einen mathematischen Hebel. Der Punkt, worum sich der Hebel drehet, wenn das Gleichgewicht gehoben ist, heist der Ruhe- oder Bewegungspunkt, der Kórper aber, welcher den Hebel unterstůzt, die Unterlage (hypomochlion). Die eine Kraft, welche die Bewegung hervorzubringen strebt, behält den Nahmen der Kraft, die aber, welche bewegt wird, wenn man das Gleichgewicht aufhebt, den Nahmen der Last (§. 30.). So wol die Entfernung der Kraft, als der Last vom Ruhepunkt heisen die Arme des Hebels.

§. 62.

In einem ieden Ding also, worinnen sich eine gerade Linie gedenken läst, in welcher drei Punkten befindlich sind, an deren einem die Kraft, an dem andern die Last, und dem dritten der Ruhepunkt ist, da ist auch ein mathematischer Hebel anzutreffen.

§. 63.

Wenn an einem Hebel die beiden Kräfte P und Q, Tab. I. fig. 2, an den Enden B und C des Hebels angebracht sind, der Ruhepunkt A aber zwischen diesen Punkten befindlich ist: So wird der Hebel ein waageförmiger Hebel, oder ein Hebel von der ersten Art (vectis heterodromus) genent. Wenn hingegen die Kräfte 2 P und Q, Tab. I.

fig. 3, nur auf einer Seite des Ruhepunkts B in A und C angebracht sind, also dieser an dem einen Ende B des Hebels befindlich ist: So heist derselbe ein Hebel von der andern Art (vectis homodromus). Bei ienem wirken die beiden Kräfte P und Q nach einer Seite B P, bei diesem aber nach denen einander entgegen gesezten Seiten A D und C Q.

§. 64.

Eine Zirkelrunde Scheibe B D C E, Tab. I. fig. 4, die in ihrem Mittelpunkt A unterstüzt ist, dergestalt, daß sie sich um denselben bewegen kan, und ohne alle Schwere betrachtet wird, heist eine Rolle (trochlea).

§. 65.

Wenn der Hebel B C der ersten Art, Tab. I. fig. 2, in der Mitte A unterstüzt ist, und horizontal liegt, an den beiden Enden B und C aber in gleicher Entfernung von der Mitte A gleiche Gewichte P und Q hängen (§. 41.): So entstehet ein Gleichgewicht (§. 29.). Denn, da auf beiden Seiten der Unterlage A alles einerlei ist: So müste, wenn P, vermöge seiner Schwere, sänke (§. 34.), auch Q aus eben dem Grunde sinken, beide aber können nicht zugleich sinken, und darum sind auch diese Kräfte unter diesen Umständen im Gleichgewicht.

§. 66.

Die Unterlage A, Tab. I. fig. 2, trägt also die beiden Gewichte P und Q, also, da P = Q, das Gewicht 2 P = 2 Q (§. 296. der Markscheidek.). Man kan sich also vorstellen, daß das Gewicht 2 P = 2 Q in dem Ruhepunkt A beisammen sei (§. 45.).

§. 67.

Auch von der Rolle gilt der §. 65. erwiesene Saz: Denn man kan sich bei ihm einen Hebel B A C gedenken, Tab. I. fig. 4, und es ist ein Gleichgewicht da, wenn P = Q ist.

§. 68.

Ist alles wie im 65. §., und bringt man nur in der Directionslinie der Schwere (§. 44.) über dem Ruhepunkt A, Tab. I. fig. 5, eine Rolle D an, hängt an sie ein Gewicht 2 P = P + Q, läst in diesem Fall aber die Unterlage weg: So bleibt noch ein Gleichgewicht. Denn in A ist das Gewicht P + Q, und dieses ist = 2 P (§. 66.). Auf der einen Seite der Rolle ist also 2 P, und auf der andern P + Q = 2 P, nun sind aber 2 P und P + Q in diesem Fall im Gleichgewicht (§. 67.), und daher ziehet 2 P so stark über sich, als P + Q unter sich, und da P und Q im Gleichgewicht sind (§. 65.): So bleibt noch ein Gleichgewicht, und der Hebel muß ruhen.

§. 69.

§. 69.

Da P = Q, und A B = A C (§. 65. und 67.): So ist auch im Fall des Gleichgewichts P: Q = A B: A C (§. 217. der Markscheidek.).

§. 70.

Wenn der Hebel von der ersten Art in der Mitte aufliegt, die Kräfte P und Q aber ungleich sind: So erfolgt kein Gleichgewicht. Denn wenn die Gewichte P und Q, Tab. I. fig. 2, ungleich sind, und Q > P ist: So ist ein Teil von Q dem Gewicht P gleich. Dieser Teil wird von P verhindert, daß er nicht sinken kan (§. 65.), den Teil hingegen, welcher noch über den Teil, der P gleich ist, in Q befindlich ist, hindert nichts am sinken (§. 34.), und daher wird er auf dieser Seite wirklich niedersinken, welches man dann die Ueberwucht nent.

§. 71.

Eben das findet auch bei der Rolle statt, wenn die Gewichte P und Q, Tab. I. fig. 4, ungleich sind: Denn man kan sich bei ihr einen Hebel gedenken (§. 62. und 67.).

§. 72.

Wenn eine Rolle um ihren Mittelpunkt a, Tab. I. fig. 6, der nicht verrukt werden kan, beweglich ist, und man an zwei willkührlichen

Punkten c und b ihrer Peripherie nach den Tangenten c d und b e (§. 407. der Markscheidek.) mit gleicher Kraft ziehet, so, daß die Kraft, welche nach b e ziehet, der Kraft, welche nach c d ziehet, gerade entgegen gesezt ist; So drehet sich diese Rolle nicht: Denn es ist auf beiden Seiten alles gleich, und es kan auf der einen Seite nichts geschehen, was nicht auch auf der andern geschiehet.

§. 73.

Durch Rollen kan man bewerkstelligen, daß die Gewichte nach allen Richtungen so ziehen, als wie sie nach ihren Directionslinien ziehen (§. 44.). So ziehen zum Beispiel die Gewichte f und g, Tab. I. fig. 6, nach b e und c d eben so, als sie nach e g und d f ziehen. Diesemnach kan man alle Kräfte nach allen Richtungen durch Gewichte über Rollen vorstellen.

§. 74.

Wenn an dem Hebel der andern Art A C B, Tab. I. fig. 7, das Gewicht P an B mit dem Gewicht Q in C in Gleichgewicht ist, und man nimt auf der andern Seite der Unterlage A D = A C, und bringt das in C befindliche Gewicht Q in D am Hebel der ersten Art D A B: So bleibt das Gleichgewicht.

Beweis.

Beweis.

Wenn die Kraft Q in C mit P in B im Gleichgewicht ist, und man hängt in D ein Gewicht, das Q gleich ist, in C aber ein eben so groses Gewicht K: So ist das Gewicht Q in D mit K in C im Gleichgewicht (§. 65.), es ziehet aber das Gewicht Q in C so stark über sich, als K in C unter sich ziehet, und daher kan man diese beiden Gewichte wegnehmen, und doch bleibt noch ein Gleichgewicht, hieraus aber erhellet die Wahrheit des zu beweisenden Sazzes.

§. 75.

Sind daher zwei Gewichte P und Q in B und D am Hebel der ersten Art D A B, Tab. I. fig. 7, im Gleichgewicht, und man nimt A C = A D: So ist das Gewicht Q in C am Hebel der andern Art A C B mit P in B, wenn nur beide nach entgegen gesezten Richtungen ziehen, im Gleichgewicht. Es ist also klar, daß überhaupt eine Kraft, die an einem der beiden Hebel mit einer andern im Gleichgewicht stehet, auch an dem andern Hebel mit dieser der andern Kraft in eben der vorigen Entfernung von dem Ruhepunkt im Gleichgewicht ist.

§. 76.

Wenn bei dem Hebel von der andern Art ein Gewicht P, Tab. I. fig. 8, noch einmal so weit vom Ruhepunkt A entfernt ist, als das

noch einmal so grose Gewicht 2 P: So entstehet ein Gleichgewicht.

Beweis.

Wenn man sich gedenket, daß der Hebel in C unterstüzt ist, in A aber ein Gewicht Q = P hängt: So sind beide Gewichte im Gleichgewicht (§. 65.), und es trägt die sich in C gedachte Unterlage das Gewicht 2 P (§. 66.). Wenn man also über C um eine Rolle ein Gewicht 2 P hängt: So trägt dieses den ganzen Hebel, und es drukt die beiden Punkten A und B so stark über sich, als sie die Gewichte Q und P unter sich ziehen. Gedenkt man sich nun ferner, daß das Gewicht Q weggenommen würde, und über oder durch den Punkt A ein hinlänglicher Wiederstand sei, so, daß also der Punkt A nicht steigen könne: So drukt das Gewicht 2 P den Punkt A so stark wieder diesen Wiederstand, als Q unter sich drukt. Da also der Wiederstand in A nicht mehr wirkt, als das Gewicht Q: So ist es auch einerlei, ob unter diesen Umständen die Gewichte P und Q, und das Gewicht 2 P, oder Statt Q der Wiederstand in A, und die Gewichte P und 2 P angebracht werden. Nun entstehet aber in dem ersten Fall ein Gleichgewicht, und daher erfolgt auch dieses in dem andern, und es wendet 2 P so viel Kraft in C an, den Hebel über sich zu ziehen, als P anwendet, ihn unter sich zu drukken.

§. 77.

§. 77.

Es ist also, im Fall des Gleichgewichts, P: 2 P = A C: 2 A C, oder, da A B = 2 A C, P: 2 P = A C: A B (§. 217. der Markscheidek.).

§. 78.

Bei dem Hebel der ersten Art entstehet ebenfals ein Gleichgewicht, wenn das Gewicht P, Tab. I. fig. 9, noch einmal so weit vom Ruhepunkt A ist, als das noch einmal so grose Gewicht Q.

Beweis.

Man stelle sich vor, es sei A B ein Hebel von der andern Art, welcher in D in zwei gleiche Teile geteilt ist, in B hänge ein Gewicht P, über D aber befinde sich um eine Rolle ein Gewicht 2 P: So sind die Gewichte P und 2 P im Gleichgewicht (§. 76.). Vermöge der Voraussezzung ist A C = $\frac{1}{2}$ A B = A D: Wenn man daher alles, wie vorhin, läst, in C aber ein Gewicht Q = 2 P, und in D ein Gewicht K = 2 P anhängt; So ist auch iezt noch ein Gleichgewicht da (§. 65.), und der Hebel ruhet. Nun ziehet aber das Gewicht 2 P eben so stark über sich, als das Gewicht K unter sich ziehet, folglich hebt eine Kraft die andere auf, und es ist eben so viel, als wenn beide Kräfte nicht da wären, eben daher aber kan man beide wegnehmen, und es bleibt doch noch ein Gleichgewicht. Geschiehet aber dieses; So halten

halten die beiden Gewichte Q und P noch einander das Gleichgewicht, von diesen aber ist P noch einmal so weit vom Ruhepunkt A entfernt, als Q = 2 P, und daher erhellet auch hieraus die Wahrheit dessen, was wir beweisen wolten.

§. 79.

Diesemnach ist auch hier im Fall des Gleichgewichts P : 2 P = A C : 2 A C, oder, da A B = 2 A C, P : 2 P = A C : A B (§. 217. der Markscheidek.).

§. 80.

Aus dem 77. und 79. §. ist also klar, daß sich an einem ieden Hebel, so wol an dem Hebel der ersten, als der andern Art, die Kräfte, wenn beide im Gleichgewicht sind, zu einander umgekehrt, wie die Entfernungen vom Ruhepunkt verhalten, wenn dieser ihre Verhältnis, wie 1 zu 2 ist.

§. 81.

Wenn eine Kraft K = n P, Tab. II. fig. 10, in der Entfernung A C vom Ruhepunkt A, mit der Kraft P in der Entfernung n A C von dem Ruhepunkt A, es bedeute auch n vor eine ganze Zahl, welche es wolle (§. 291. und 296. der Markscheidek.) im Gleichgewicht ist: So ist auch eine andere Kraft S = n P + P = (n + 1) P (§. 305. der Markscheidek.) in der Entfernung

A C mit der Kraft P in der Entfernung n A C + A C = (n + 1) A C im Gleichgewicht.

Beweis.

Wenn A B = n A C, und K = n P ist: So trägt bei der Voraussezzung die Unterlage bei A die Gewichte P + K, oder, da K = n P, (vermöge der Bedingung) die Gewichte P + n P, oder das Gewicht (n + 1) P (§. 305. der Markscheidekunst). Bringt man daher ein Gewicht S = (n + 1) P an A, so, daß es über sich ziehet: So sind die Gewichte P, K, und S in A im Gleichgewicht. Und bringt man in dem Punkt C einen Wiederstand an (§. 76. Bew.), der so viel wiederstehet, als das Gewicht K den Punkt C unter sich ziehet: So kan man K wegnehmen, und noch bleibt ein Gleichgewicht. Demnach ist P in der Entfernung B C = n A C + A C = (n + 1) A C vom Ruhepunkt C mit S = (n + 1) P in der Entfernung A C vom Ruhepunkt C im Gleichgewicht. Der Hebel B A C ist ein Hebel von der andern Art (§. 63.), und daher ist dieser Saz vorerst von diesem Hebel wahr.

Läst man alles wie zuvor, macht C D = A C, und unterstüzt den Hebel in C, hängt in D ein Gewicht S, das dem Gewicht S an der Rolle über A gleich ist, ein eben so groses Gewicht R aber in A: So ist auch das Gewicht R mit dem Gewicht S in D im Gleichgewicht (§. 65.), und der ganze Hebel

ruhet noch. Die Gewichte S über A, und R aber heben einander auf, weil das eine so viel über sich, als das andere unter sich ziehet, und es ist eben das, als ob sie nicht da wären, also kan man dieselbe wegnehmen. Geschiehet aber dieses: So ist P in der Entfernung $BC = nAC + AC = (n+1)AC$ mit dem Gewicht $S = (n+1)P$ an D in der Entfernung $CD = AC$ im Gleichgewicht, der Hebel BCD aber ist ein Hebel von der ersten Art, und darum ist der vorgetragene Saz auch von diesem Hebel erwiesen.

§. 82.

Es ist also bei iedem Hebel im Fall des Gleichgewichts $P : S$ oder $P : (n+1)P = AC : (n+1)AC$ (§. 217. der Markscheidek.).

§. 83.

Wenn in dem Hebel der ersten Art ABC, Tab. II. fig. 11, oder der andern Art BDC das Gewicht P ein aliquoter Teil des Gewichts nP ist (§. 35. der Markscheidek.), und P verhält sich beim Hebel der ersten Art zu nP, wie die Entfernung AB vom Ruhepunkt B des grösseren Gewichts 2 P zu der Entfernung $BC = nAB$ des kleinern Gewichts P, oder bei dem Hebel der andern Art verhält sich das Gewicht P zu nP über D, wie die Entfernung BD vom

Ruhepunkt B des grösern Gewichts n P, zu der Entfernung $BC = nBD$ des kleinern Gewichts P: So sind diese Gewichte im Gleichgewicht.

Beweis.

Vermöge der Voraussezzung ist bei dem Hebel der ersten Art $P : nP = AB : nAB$, und bei dem Hebel der zweiten Art $P : nP = BD : nBD$. Wenn nun $n = 2$ ist: So erhellet die Wahrheit dieses Sazzes aus dem 80. §, es ist aber auch noch ein Gleichgewicht da, wenn bei dem Hebel der ersten Art $P : (n + 1) P = AB : (n + 1) AB$, und bei dem Hebel der andern Art $P : (n + i) P = BD : (n + 1) BD$ (§. 81.). Da nun $n = 2$ ist: So ist auch $n + 1 = 2 + 1 = 3$, und es ist also, da bei dem Hebel der ersten Art im Fall des Gleichgewichts $P : 3P = AB : 3AB$, bei dem Hebel der andern Art aber $P : 3P = BD : 3BD$, ein Gleichgewicht da, wenn sich bei ienem P zu n P und AB zu BC, bei diesem aber P zu n P und BD zu BC, wie 1 zu 3 verhält. Nimt man iezt, da n eine iede ganze Zahl bedeuten kan (§. 81.), $n = 3$ an: So ist, da beim Hebel der ersten Art $P : (n + 1) P = AB : (n + i) AB$, und bei dem Hebel der andern Art $P : (n + 1) P = BD : (n + 1) BD$ (§. 81.), iezt aber $n + 1 = 3 + 1 = 4$ ist, bei ienem Hebel $P : 4P = AB : 4A AB$, und bei diesen $P : 4P = BD : 4BD$. Nimt man ferner $n = 4$ an:

So

So ist, da bei dem ersten Hebel P: (n + 1) P = AB: (n + 1) AB, und bei dem andern Hebel P: (n + 1) P = BD: (n + 1) BD, n + 1 aber = 4 + 1 = 5 ist, bei ienem Hebel P: 5 P = AB: 5 AB, und bei diesem P: 5 P = BD: 5 BD. So nun kan man ohne Ende von einer ganzen Zahl auf eine Zahl fort schliesen, die stets um einen aliquoten Teil gröser ist, und hieraus erhellet die Wahrheit unseres Sazzes.

§. 84.

Bei dem Hebel verhalten sich also im Fall des Gleichgewichts die Kräfte zu einander, wie umgekehrt ihre Entfernungen vom Ruhepunkt, wenn von diesen eine ein aliquoter Teil von der andern ist.

§. 85.

Wenn bei dem Hebel der ersten Art DAB, Tab. II. fig. 12, die Unterlage in A ist, m und n ganze Zahlen sind, und Q: P = m: n = AB: AD: So entstehet ein Gleichgewicht.

Beweis.

Wenn man diesen Saz findet: So erhellet daraus die Wahrheit desselben so. Es sei Q: P = m: n: So ist, da P: Q = n: m (§. 380. der Markscheidek.), oder $\frac{P}{Q} = \frac{n}{m}$, wenn man beiderseits mit Q multiplicirt, $P = \frac{n}{m}Q$ (§. 305.

der Markscheidek.). Die Kraft P nun sei an B, so ist, da in A die Unterlage ist, die Entfernung A B der Kraft P gegeben, wie weit aber der Punkt D, woran man Q hängen muß, damit P und Q im Gleichgewicht sind, von A entfernt sein muß, das weis man noch nicht. Man stelle sich demnach, da Q noch nicht an dem Hebel ist, vor, daß durch den Punkt A ein Stift gehe, und nehme A C vor einen aliquoten Teil von A B, also, da A B = m, vor $\frac{1}{m}$ A B an. Ueber C hänge iezt über eine Rolle (§. 73.) ein Gewicht m P: So ist, da der Hebel, als eine Linie ohne alle Schwere gedacht wird (§. 61.), und die Kraft Q noch nicht am Hebel hängt, an dem Hebel A C B die Kraft m P mit P im Gleichgewicht (§. 83.), und es ziehet m P den Hebel A C B so stark über sich, als P ihn unter sich ziehet. Gedenkt man sich ferner, daß in dem Punkt C eine Kraft K = m P unter sich drükte, und stelt sich dabei vor, daß die Kraft P weg, und K und m P allein da wären: So erhält die Kraft m P die Kraft K, und es ziehet die Kraft K den Hebel A B so stark unter sich, als ihn m P über sich ziehet, es ziehet aber auch m P denselben so stark über sich, als ihn P unter sich ziehet, weil beide im Gleichgewicht sind, eben darum aber ziehet die Kraft K so stark unter sich, als P (§. 39. der Markscheidek.), und es ist völlig einerlei, ob K =

m P

m P in C, oder P in B ziehen. Nunmehr seien die Kräfte P und m P nicht mehr am Hebel, es befinde sich aber noch K = m P in C, und ziehe den Hebel unter sich. Es komt also darauf an, wo jezt die Kraft Q auf der Seite A D des Hebels angehängt werden muß, damit sie mit K im Gleichgewicht ist. Weil K = m P, und P = $\frac{n}{m}$ Q: So ist, wenn man vor P die Gröse $\frac{n}{m}$ Q sezzet (§. 25. der Markscheidek.), m P = m. $\frac{n}{m}$ Q = $\frac{m\,n}{m}$ Q = n Q (§. 311. und 312. der Markscheidek.). Dem 83. §. zu Folge muß also die Entfernung des Gewichts Q sein A D = n A C, und, da A C = $\frac{1}{m}$ A B, n A C = n. $\frac{1}{m}$ A B = $\frac{n}{m}$ A B (§. 25. der Markscheidek.). Es ziehet demnach in dieser Entfernung die Kraft Q, das Stük A D so stark unter sich, und dadurch A C B über sich, als die Kraft K, oder, da P so stark unter sich, als K ziehet, die Kraft P das Stük A C B unter sich ziehet. Nimt man daher K vom Hebel weg, und hängt statt dessen P in B: So wird A D von Q so stark unter sich gezogen, als A B von P, und es sind die Gewichte P und Q im

Gleichgewicht, wenn AB : AD = m : n = Q : P.

§. 86.

Weil, wenn zwei Kräfte an dem Hebel der ersten Art im Gleichgewicht sind, auch diese zwei Kräfte an dem Hebel der andern Art in eben solchen Entfernungen sich das Gleichgewicht halten (§. 75.): So ist der erwiesene Saz auch von dem Hebel der andern Art, und also von iedem Hebel wahr, wenn nur die Entfernungen ganze Zahlen sind.

§. 87.

Vor eine iede Irrationalverhältnis, eine Verhältnis, worinnen ein aliquoter Teil der einen Gröse nicht auch ein aliquoter Teil der andern Gröse ist, können Rationalverhältnisse gesezt werden, wovon ein aliquoter Teil der einen Gröse auch ein aliquoter Teil der andern Gröse ist: Denn man kan sich ihnen, da die Irrationalzahlen von Wurzeln herrühren (§. 174. 175. und 328. der Markscheidek.), ohne Ende nähern, so, daß das, was noch an dem völligen Werth der Zahl fehlt, kleiner wird, als iede Gröse, die sich angeben läst (§. 188. und 194. der Markscheidek.), diese die Rationalverhältnisse aber lassen sich durch zwei ganze Zahlen ausdrukken, weil sich zwei Brüche, wenn man sie unter einerlei Benennung bringt (§. 131. der Markscheidek.) wie ihre Zähler, und also wie ganze Zahlen verhalten.

Da nun aus dem 85. und 86. §. klar ist, daß sich die Kräfte bei iedem Hebel umgekehrt, wie ihre Entfernungen vom Ruhepunkt verhalten, wenn diese ganze Zahlen sind: So erhalten sich auch bei iedem Hebel die Kräfte im Gleichgewicht, wenn sie sich umgekehrt, wie die Entfernungen vom Ruhepunkt verhalten.

§. 88.

Die Gewalt, welche die Kräfte P und Q, Tab. II. fig. 13. 14. und 15, an dem Hebel anwenden, denselben nach entgegen gesezten Seiten zu bewegen, ist also alsdenn gleich, und beide Kräfte sind im Gleichgewicht, wenn P: Q = A B: B C. Da nun P. B C = Q. A B (§. 228. der Markscheidek.): So kan man auch die Gewalt, welche eine Kraft anwendet, einen Hebel zu bewegen, aus dem Produkt aus der Gröse der Kraft, die sich durch ein Gewicht vorstellen läst (§. 40.), in ihre Entfernung beurteilen, und wenn dieses Produkt der einen Kraft in ihre Entfernung, dem Produkt der andern Kraft, in ihre Entfernung gleich ist: So entstehet ein Gleichgewicht, und der Hebel muß ruhen, ein solches Produkt aber heist ein **Moment**, und demnach sind die Kräfte am Hebel gleich, wenn ihre Momente gleich sind, und die Gewalt, welche eine Kraft anwendet, den Hebel zu bewegen, ist um desto gröser, oder kleiner, ie gröser, oder kleiner ein solches Produkt, oder dieses Moment ist.

§. 89.

Wir wollen die von dem Hebel vorgetragene Lehre durch etliche Exempel erläutern, und annehmen, es sei das Gewicht, oder die Kraft P, Tab. II. fig. 13. 14. und 15, ein Pfund, die Kraft Q aber drei Pfund, oder überhaupt das Gewicht, oder die Kraft P der dritte Teil von der Kraft Q, und A B sei ein Fus, B C aber drei Fus, oder überhaupt A B ein Teil von B C, und B C drei solcher Teile. Diesemnach ist, da P: Q = A B: BC, und P. B C = Q. A B (§. 88.), 1 Pfund: 3 Pfund = 1 Fus: 3 Fus, und 1 Pfund multiplicirt mit 3 Fus = 3, und 3 Pfund multiplicirt mit 1 Fus = 3, folglich sind die Momente gleich, und der Hebel ruhet. Es sei ferner die Kraft P = 5 Pfund, und die Kraft Q = 11 Pfund, A B aber = 5 Fus, und BC = 11 Fus; So ist wieder, da P: Q = AB: BC, und P. BC = Q. A B (§. 88.), 5 Pfund: 11 Pfund = 5 Fus: 11 Fus, und 5 Pfund multiplicirt mit 11 Fus = 55, und 11 Pfund multiplicirt mit 5 Fus = 55. Diesemnach sind auch hier die Momente gleich, und der Hebel ruhet.

§. 90.

Die Wahrheit des Sazzes, daß bei dem Hebel P: Q = AB: B C (§. 88.), ist das Grundgesez der ganzen Mechanik, eben daher aber muß man

sich

sich dasselbe sehr wol bekant machen. Es wird von den Schriftstellern auf eine sehr verschiedene, und eine oft sehr unzulängliche Art erwiesen. Der Herr Hofrath Kästner, und nach ihm der Herr Professor Karsten haben diese Lehre am überzeugendsten vorgetragen, und diesen sind wir gefolgt.

§. 91.

Wenn man bei dem Hebel der ersten Art über C, Tab. II. fig. 16, eine Kraft anbringt, die P + Q gleich ist, und die Unterlage wegnimt; So ist diese mit den Gewichten P + Q im Gleichgewicht (§. 66.): Und, wenn man die Kräfte P und Q von B und D wegnimt, und an C hängt; So bleibt bey dem Hebel, den man sich ohne alle Schwere gedenket (§. 61.), noch ein Gleichgewicht: Denn der Punkt C wird, die Gewichte mögen an B und D, oder in C beisammen hängen, gleich stark unter sich gezogen, dieser Punkt C aber heist der gemeinschaftliche Schwerpunkt der Kräfte P und Q (§. 45.), und eine Perpendicularlinie durch diesen Punkt die mittlere Richtung der Gewichte P und Q.

§. 92.

Aus der gegebenen Entfernung zweier bekanten Kräfte an dem Hebel der ersten Art, der selbst keine Schwere hat, den Ort der Unterlage zu finden.

Auf-

### Auflösung.

Man dividire das Produkt aus der einen Kraft in die Länge des Hebels durch die Summe der Kräfte: So ist der Quotient die eine Entfernung des Ruhepunkts, und zwar die grösere, wenn man die Länge des Hebels mit der grösern Kraft, hingegen aber die kleinere, wenn man diese Länge mit der kleinern Kraft multipliciret hat.

### Beweis.

Wenn die Länge des Hebels A C, Tab. II. fig. 13, und die Kräfte P und Q gegeben sind: So ist Q. A B = P. B C (§. 88.), es ist aber B C = A C — A B, und daher ist P. B C = P. A C — P. A B, und weil Q. A B = P. B C, auch Q. A B = P. A C — P. A B (§. 25. der Markscheidek.). Addirt man nun beiderseits P. A B; So ist Q. A B + P. A B = P. A C (§. 85. und 303. der Markscheidek.): Und, da (Q + P). A B = Q. A B + P. A B; So ist (Q + P). A B = P. A C (§. 25. der Markscheidek.): Dividirt man daher beiderseits durch Q + P; So ist $AB = \frac{P.\ AC}{Q + P}$ (§. 91. und 306. der Markscheidek.).

Weil P. B C = Q. A B (§. 88.), und A B = A C — B C: So ist auch, da Q. A C — Q. B C = Q. A B, P. B C = Q. A C — Q. B C (§. 25. der Markscheidek.). Addirt

Addirt man nun beiderseits Q. BC: So ist P. BC + Q. BC = Q. AC, oder, da P. BC + Q. BC = (P + Q). BC, (P + Q). BC = Q. AC. Dividirt man daher beiderseits durch Q + P: So ist $BC = \frac{Q.\,AC}{Q + P}$.

Es sei die Länge des Hebels AC = 6 Fus, Q = 4 Pfund, und P = 2 Pfund: So ist im ersten Fall, wenn man die grösere Entfernung wissen will, $\frac{2\,.\,6}{4 + 2}$ = 2 Fus = AB, im andern Fall aber, wenn man die kleinere Entfernung sucht, $\frac{4\,.\,6}{4 + 2}$ = 4 Fus = AC.

§. 93.

**Aus der gegebenen Entfernung zweier bekanten Kräften an dem Hebel der andern Art, der keine Schwere hat, den Ort der Unterlage, oder den Ruhepunkt zu finden.**

Auflösung.

Man multiplicire die kleinere Kraft in die gegebene Entfernung der beiden Kräfte, und dividire das Produkt durch den Unterscheid der beiden Kräfte; So ist der Quotient die Entfernung des Ruhepunkts von dem Ort der grösern Kraft: Oder man multiplicire die grösere Kraft in die Entfernung der beiden Kräfte, und dividire das Produkt durch den

Unter-

Unterscheid der beiden Kräfte; So ist der Quotient die Länge des Hebels, und also der Ruhepunkt bekant, der Unterschied zwischen dem Hebel und der Entfernung der beiden Kräfte aber die Entfernung der grösern Kraft.

Beweis.

Es ist Q. AB = P. BC, Tab. II. fig. 15, (§. 88.), es ist aber BC = AB + AC, und daher ist P. BC = P. AB + P. AC, und, weil Q. AB = P. BC, Q. AB = P. AB + P. AC (§. 25. der Markscheidek.). Ziehet man P. AB beiderseits ab: So ist Q. AB — P. AB = P. AC (§. 87. und 304. der Markscheidek.), und, da (Q — P). AB = Q. AB — P. AB, (Q — P). AB = P. AC. Dividirt man nun beiderseits durch Q — P: So ist $AB = \frac{P.AC}{Q-P}$.

Es ist Q. AB = P. BC (§. 88.), AB aber ist = BC — AC, und daher ist Q. AB = Q. BC — Q. AC, und, weil Q. AB = P. BC, Q. BC — Q. AC = P. BC (§. 25. der Markscheidek.). Addirt man iezt beiderseits Q. AC; So ist Q. BC = P. BC + Q. AC (§. 85. und 303. der Markscheidek.): Und subtrahirt man beiderseits P. BC; So ist Q. BC — P. BC = Q. AC (§. 87. und 304. der Markscheidek.). Nun ist aber Q. BC — P. BC = (Q — P). BC,

und

und daher ist $(Q - P) . BC = Q . AC$. Dividirt man daher beiderseits mit $Q - P$; So ist $BC = \frac{Q . AC}{Q - P}$ (§. 91. und 306. der Markscheidek.).

Es sei die Entfernung $AC$ der beiden Kräften = 2 Fus, $Q = 6$ Pfund, und $P = 2$ Pfund: So ist im ersten Fall, wenn man die Entfernung des Ruhepunkts von dem Ort der grösern Kraft $Q$ sucht, $\frac{2 . 2}{6 - 2} = 1$ Fus $= AB$, im andern Fall hingegen, wenn man die Länge des Hebels, und dadurch den Ruhepunkt finden will, $\frac{6 . 2}{6 - 2} =$ 3 Fus $= BC$, und 3 Fus — 2 Fus = 1 Fus = $AB$.

§. 94.

Aus den gegebenen Entfernungen $AB$, und $AC$ zweier Kräfte $P$ und $Q$, Tab. II. fig. 17, von einem angenommenen Punkte $A$ in dem Hebel der ersten Art, der selbst keine Schwere hat, die Entfernung des Schwerpunkts dieser Kräfte von dem Punkte $A$, also die Entfernung $AD$ zu finden.

Auflösung.

Man dividire den Unterscheid der Momente aus $P$ in $AB$, und $Q$ in $AC$, durch die Summe der

Kräfte

Kräfte P und Q: So ist der Quotient die gesuchte Entfernung A D, und D der Schwerpunkt der beiden Gewichte.

### Beweis.

Ist D der Schwerpunkt der beiden Kräfte P und Q: So ist P. B D = Q. D C (§. 88.), es ist aber B D = A D + A B, und daher ist P. (AD + AB) = Q. DC, es ist aber auch DC = AC — AD, und daher ist P. (AD + AB) = Q. (AC — AD), oder P. AD + P. AB = Q. AC — Q. AD. Addirt man iezt beiderseits Q. AD; So ist P. AD + P. AB + Q. AD = Q. AC (§. 85. und 303. der Markscheidek.): Und subtrahirt man beiderseits P. AB; So ist P. AD + Q. AD = Q. AC — P. AB (§. 87. und 304. der Markscheidek.), oder (P + Q). AD = Q. AC — P. AB. Dividirt man nun beiderseits mit P + Q: So ist $AD = \frac{Q.\,AC - P.\,AB}{P + Q}$ §. 91. und 306. der Markscheidek.).

Es sei AB = 2, AC = 2, P = 1, und Q = 3, wobei so wol die Zahlen der Entfernungen, als der Kräfte Dinge von einerlei Art bedeuten (§. 14. der Markscheidek.); So ist Q. AC = 2.3 = 6, P. AB = 1.2 = 2, und P + Q = 4, also $\frac{Q.\,AC - P.\,AB}{P + Q} = \frac{6 - 2}{4} = \frac{4}{4} = 1,$

und

und demnach ist $AD = 1$, und in D der Schwerpunkt. Gesezt, es sei $AB = 3$, $AC = 1$, $P = 1$, und $Q = 3$: So ist $Q.AC = 3$, $P.AB = 3$, und $P + Q = 4$, also $\frac{Q.AC - P.AB}{P + Q} = \frac{3 - 3}{3 + 1} = \frac{0}{4}$, und demnach ist AD nichts, und es fält der Schwerpunkt in den Punkt A.

§. 95.

Aus dem vorhergehenden §. ist also klar, daß der solchergestalt gefundene Schwerpunkt bey dem Hebel der ersten Art zugleich der Ort der Unterlage ist, und daß dieser, der Schwerpunkt D, Tab. II. fig. 17, in den Punkt A fält, wenn $P.AB = Q.AC$. Wenn ein Gewicht $P + Q$ im Schwerpunkt D aufgehängt wird: So ist in Betracht des Punkts A das Moment von $P + Q = (P + Q).AD$, und, da $(P + Q).AD = Q.AC - P.AB$ (§. 94.), das Moment des Gewichts $P + Q$ der Unterscheid der Momente $Q.AC$ und $P.AB$, also der Ueberschuß des grösern von diesen Momenten über das kleinere.

§. 96.

In diesem, dem Schwerpunkt D, Tab. II. fig. 17. können die beiden Kräfte P und Q, statt der Kräfte P in B, und Q in C aufgehängt werden,

ohne daß dadurch was an der Gewalt geändert wird, mit welcher der Hebel um die Unterlage gedrehet wird (§. 91.). Es werden diesemnach die Kräfte P und Q in Eins, und in D gebracht.

§. 97.

Aus den gegebenen Entfernungen A B und A C, Tab. III. fig. 18, zweier Kräfte P und Q von einem angenommenen Punkt A bei dem Hebel der andern Art, der selbst keine Schwere hat, die Entfernung des Schwerpunkts dieser Kräfte vom Punkt A, also die Entfernung A D zu finden.

Auflösung.

Man dividire die Summe der Momente aus P in A B, und Q in A C durch die Summe der Kräfte: So ist der Quotient die Entfernung A D.

Beweis.

Wenn D der Schwerpunkt ist: So ist P. BD = Q. CD (§. 88.), es ist aber BD = AD — AB, und daher ist P. (AD — AB) = Q. CD, es ist aber auch CD = AC — AD, und daher ist P. (AD — AB) = Q. (AC—AD), oder P. AD — P. AB = Q. AC — Q. AD (§. 25. der Markscheidek.). Addirt man iezt beiderseits P. A B; So ist P. AD = Q. AC — Q. AD + P. AB (§. 85. und 303. der Markscheidek.): Und addirt man ferner beiderseits Q. AD;

So

So ist P. AD + Q. AD = Q. AC + P. AB (der angef. §.), und, da (P + Q). AD = P. AD + Q. AD, (P + Q). AD = Q. AC + P. AB. (§. 25. der Markscheidek.). Dividirt man nun beiderseits mit P + Q: So ist AD = $\frac{Q.AC + P.AB}{P + Q}$.

Es sei AB = 1, AC = 3, P = 3, und Q = 1, wobei so wol die Zahlen der Entfernungen, als der Kräfte Dinge von einerlei Art bedeuten: So ist Q. AC = 3, P. AB = 3, und P + Q = 1 + 3 = 4, also $\frac{Q.AC + P.AB}{P + Q}$ = $\frac{3 + 3}{4}$ = $\frac{6}{4}$ = $1\frac{1}{2}$, und demnach ist AD = $1\frac{1}{2}$, und in D der Schwerpunkt.

§. 98.

Hängt man in den Schwerpunkt D, Tab. III. fig. 18, ein Gewicht P + Q: So ist in Betracht des Punkts A das Moment dieses Gewichts = (P + Q). AD, nun ist aber (P + Q). AD = Q. AC + P. AB (§. 97.), und daher ist des Gewichts P + Q Moment = Q. AC + P. AB, und also so gros, als die beiden Momente der Kräfte P und Q.

§. 99.

Es können also bei diesem Hebel die Kräfte P und Q, statt der Kräfte P in B, und Q in C, in dem Schwerpunkt D aufgehängt werden, ohne daß dadurch was an der Gewalt verändert wird, mit welcher der Hebel um die Unterlage gedrehet wird, und demnach werden diese Gewichte in Eins gebracht. Eben das ist auch von dem Hebel der ersten Art klar (§. 96.), und darum können zwei Gewichte an iedem Hebel in Eins gebracht werden.

§. 100.

Da man an dem Hebel zwei Gewichte von einem ieden Punkt in Eins bringen kan (§. 99.); So ist es auch sehr leicht, viele Gewichte an dem Hebel in Eins zu bringen, und aller dieser ihren gemeinschaftlichen Schwerpunkt zu finden: Denn man darf nur das erste und zweite in Eins, dieses und das dritte in Eins, dieses und das vierte in Eins bringen, und so weiter. Es sei b f, Tab. III. fig. 19, ein Hebel, der sich um den Punkt a drehen läst, und keine Schwere hat, die Entfernungen a b, a c, a d, a e und a f aber, nebst den Grösen der Kräften p, q, r, s und t bekomt: So ist, wenn man sich vorstelt, daß die Kräfte p und q allein an dem Hebel in b und c angebracht wären, ein Punkt h, in welchem das Gewicht p + q so stark unter sich ziehet, als die Gewichte p und q in b und c,

und dieser ist bestimt durch $ah = \frac{ab.p + ac.q}{p + q}$, folglich h der Schwerpunkt der Kräfte p und q (§. 97.). Nimt man an, es sei jezt, auser dem Gewicht $p + q$, nur noch ein Gewicht r in d an dem Hebel bf: So hat man, da die Kräfte p und q in h in eins gebracht sind, wieder nur zwei Kräfte an diesem Hebel, $p + q$ in h, und r in d, und vor diese gibt es einen Schwerpunkt i, welcher durch $ai = \frac{ah(p+q) + ad.r}{p + q + r}$ bestimt wird, folglich ist in i der Schwerpunkt der Gewichte p, q und r (§. 97.). Nimt man ferner an, es sei nur noch eine Kraft s in e an dem Hebel bf: So hat man, da die Kräfte $p + q + r$ in i in eins gebracht sind, abermal nur zwei Gewichte, $p + q + r$ in i, und s in e, und auch vor diese gibt es einen Schwerpunkt k, und dieser wird durch $ak = \frac{ai(p+q+r) - ae.s}{p + q + r + s}$ bestimt, also ist in k der Schwerpunkt der Kräfte $p + q + r + s$ (§. 94.). Nimt man noch ferner an, es sei nur noch eine Kraft t in f an dem Hebel bf angebracht: So hat man, da die Kräfte $p + q + r + s$ in k in eins gebracht sind, wieder nur zwei Kräfte, $p + q + r + s$ in k, und t in f, und vor diese gibt es einen Schwer-

punkt g, welcher durch $ag = \frac{ak(p+q+r)-ae.s-af.t}{p+q+r+s+t}$

bestimt wird (§. 94.). So nun kan man so viele Gewichte in Eins bringen, als man will, nur muß man dabei darauf merken, ob die Kräfte alle auf einer, oder zu beiden Seiten des Punkts a liegen, und also an dem Hebel der andern, oder erstern Art angebracht sind. Es kan also vor alle Gewichte an einem Hebel ein gemeinschaftlicher Schwerpunkt gefunden werden, und ein Gewicht, das in diesem nach der mittlern Richtung angebracht (§. 91.), aber allen diesen Gewichten gleich ist, wirkt eben so viel, als alle diese Gewichte: Denn es ist mit ihnen im Gleichgewicht, wenn es auf eine ihnen entgegen gesezte Art an den Hebel angebracht wird.

§. 101.

Aus der gegebenen Schwere H, Tab. III. fig. 20, 21 und 22, eines phisikalischen Hebels, eines Hebels, der eine Schwere hat, der Entfernung der Kraft AB, der Entfernung der Last AD, der Entfernung des Schwerpunkts AV des Hebels, und der Kraft P die Gröse der Last Q zu finden.

Auflösung.

Das Produkt aus der Entfernung des Schwerpunkts des Hebels in die Schwere des Hebels addire man

man zu dem Produkt aus der Entfernung der Kraft, in die Gröse der Kraft, und dividire die Summe durch die Entfernung der Last: So ist der Quotient die verlangte Last.

Beweis.

Wenn man sich gedenket, die Schwere des Hebels sei in V beisammen (§. 45.): So ist der Hebel ein mathematischer Hebel, an welchem drei Gewichte befindlich sind. Wenn man daher die Kraft und die Schwere des Hebels, die beiden Gewichte P und H in M in eins zusammen bringt; So ist AM $= \frac{AV.\,H + AB.\,P}{H + P}$ (§. 97.): Und, da das Moment der Gewichte P und H an M so gros ist, als das Moment der Last Q in D, wenn ein Gleichgewicht erfolgen soll; So ist Q. AD = AM. (P + H) (§. 88.)., es ist aber AM. (P + H) = AV. H + AB. P (§. 98.), und darum ist Q. AD = AV. H + AB. P (§. 25. der Markscheidek.). Dividirt man nun beiderseits mit AD: So ist $Q = \frac{AV.\,H + AB.\,P.}{AD}$

Es sei, Tab. III. fig. 20, AD = 1, AB = 3, AV = 1, P = 5, und H = 3, hierbei aber so wol die Entfernungen, als die Gewichte Dinge von einerlei Art: So ist AV. H = 1. 3 = 3, AB. P = 3. 5 = 15, und H + P = 3 + 5 = 8,

 also

also $\frac{AV.\,H + AB.\,P}{AD} = \frac{15+3}{1} = \frac{18}{1} = 18$, also 18 die Last. Es sei, Tab. III. fig. 21, AD = 1, AB = 4, AV = 2, P = 3, und H = 4: So ist AV. H = 2. 4 = 8, AB. P = 4. 3 = 12, also $\frac{AV.\,H + AB.\,P}{AD} = \frac{8+12}{1} = \frac{20}{1} = 20$, also 20 die Last. Es sei ferner, Tab. III. fig. 22, AD = 3, AB = 4, AV = 2, P = 13, und H = 4: So ist AV. H = 2. 4 = 8, AB. P = 4. 13 = 52, also AV. H + AB. P = 8 + 52 = 60, und $\frac{AV.\,H + AB.\,P}{AD} = \frac{60}{3} = 20$, also 20 die gesuchte Last.

Ziehen an dem Hebel der andern Art die Last Q, und Schwere des Hebels H, Tab. III. fig. 23, beide nach einer Seite: So ist, wenn man die Gewichte Q und H in M in Eins bringt (§. 97.), AV. H + AD. Q = AB. P (§. 88.). Ziehet man nun beiderseits AV. H ab; So ist AD. Q = AB. P — AV. H (§. 87. der Markscheidek.): Und, wenn man beiderseits mit AD dividirt; So ist $Q = \frac{AB.\,P - AV.\,H}{AD}$ (§. 91. der Markscheidek.). Man muß also in diesem Fall

das Produkt aus der Entfernung der Schwere des Hebels in diese Schwere von dem Produkt aus der Entfernung der Kraft in die Gröse der Kraft abziehen, und den Rest durch die Entfernung der Last dividiren: So bekomt man die gesuchte Last.

Es sei AD = 1, AB = 4, AV = 2, H = 4, und P = 7: So ist AB. P = 4. 7 = 28, und AV. H = 2. 4 = 8, also $\frac{AB.P - AV.H}{AD}$ $= \frac{28 - 8}{1} = \frac{20}{1} = 20$, also ist die Last 20.

Oder es sei AD = 2, AB = 7, AV = 3, H = 8, und P = 16: So ist AB. P = 7. 16 = 112, und AV. H = 3. 8 = 24, also $\frac{AB.P - AV.H}{AD}$ $= \frac{112 - 24}{2} = \frac{88}{2} = 44$, also 44 die gesuchte Last.

§. 102.

Aus der gegebenen Schwere H, Tab. III, fig. 20, 21 und 22, eines phisikalischen Hebels, der Entfernung der Kraft AB, der Entfernung der Last AD, der Entfernung des Schwerpunkts des Hebels AV, und der Last Q die Gröse der Kraft P zu finden.

### Auflösung.

Man ziehe von dem Produkt aus der Entfernung der Last in die Gröse der Last das Produkt aus der Entfernung des Schwerpunkts des Hebels in die Schwere des Hebels ab, und dividire den Rest durch die Entfernung der Kraft; So ist der Quotient die gesuchte Kraft.

### Beweis.

Aus dem Beweise des 101. §. ist klar, daß $Q.AD = AV.H + AB.P$. Ziehet man daher auf beiden Seiten $AV.H$ ab; So ist $Q.AD - AV.H = AB.P$ (§. 87. der Markscheidek.): Und, wenn man beiderseits mit $AB$ dividirt, $P = \frac{Q.AD - AV.H}{AB}$.

Es sei, Tab. III. fig. 20, $AD = 1$, $AB = 3$, $AV = 1$, $H = 3$, und $Q = 18$: So ist $Q.AD = 1.18 = 18$, und $AV.H = 1.3 = 3$, also $\frac{Q.AD - AV.H}{AB} = \frac{18 - 3}{3} = \frac{15}{3} = 5$, und demnach ist 5 die gesuchte Kraft. Es sei, Tab. III. fig. 21, $AD = 1$, $AB = 4$, $AV = 2$, $H = 4$, und $Q = 20$: So ist $Q.AD = 1.20 = 20$, $AV.H = 2.4 = 8$, also $\frac{Q.AD - AV.H}{AD} = \frac{20 - 8}{4} = \frac{12}{4} = 3$, also 3 die verlangte Kraft.

Kraft. Es sei ferner, Tab. III. fig. 22, AD = 3, AB = 4, AV = 2, H = 4, und Q = 20: So ist Q. AD = 3. 20 = 60, und AV. H = 2. 4 = 8, also Q. AD — AV. H = 60 — 8 = 52, und $\frac{Q.AD - AV.H}{AB} = \frac{52}{4} = 13$, also 13 die gesuchte Kraft.

Ziehen die Last und die Schwere des Hebels nach einer Seite, Tab. III. fig. 23; So ist, wenn man die Gewichte Q und H in M in Eins bringt (§. 97.), AV. H + AD. Q = AB. P (§. 88.): Dividirt man daher beiderseits durch AB: So ist $\frac{AV.H + AD.Q}{AB} = P$. Man muß also in diesem Fall das Produkt aus der Entfernung der Last in die Last zu dem Produkt aus der Entfernung des Schwerpunkts des Hebels in die Schwere dieses Hebels addiren, und die Summe durch die Entfernung der Kraft dividiren.

Es sei AD = 1, AB = 4, AV = 2, H = 4, und Q = 20. So ist AD. Q = 1. 20 = 20, AV. H = 2. 4 = 8, also $\frac{AD.Q + AV.H}{AB} = \frac{20 + 8}{4} = \frac{28}{4} = 7$, also ist 7 die gesuchte Kraft. Oder es sei AD = 2, AB = 7, AV = 3, H = 8, und Q = 44: So ist AD. Q = 2. 44 = 88,

und AV. H = 3. 8 = 24, also $\frac{AD.Q + AV.H}{AB}$

$= \frac{88 + 24}{7} = \frac{112}{7} = 16$, also 16 die gesuchte Kraft.

§. 103.

Aus der Länge des Hebels BD, Tab. III. fig. 20, der Entfernung des Schwerpunkts des Hebels BV von dem Orte der Kraft, der Schwere des Hebels H, der Kraft P und Last Q, den Ort A der Unterlage, also die Entfernung der Kraft und Last zu finden.

Auflösung.

Man addire das Produkt aus der Länge des Hebels in die Last zu dem Produkt aus der Entfernung des Schwerpunkts des Hebels von dem Orte der Kraft in die Schwere des Hebels, und dividire diese Summe durch die Summe der Kraft, der Last, und der Schwere des Hebels: So ist der Quotient die Entfernung der Kraft.

Man finde, wie eben gesagt worden, die Entfernung der Kraft, und ziehe solche von der gegebenen Länge des Hebels ab; so ist der Rest die Entfernung der Last: Oder man addire das Produkt aus der Länge des Hebels in die Kraft zu dem Produkt aus der Entfernung des Schwerpunkts des Hebels von dem Orte der Last, die aus der Länge des Hebels, und dem Schwerpunkt von dem Orte der

Kraft

Kraft bekant ist, in die Schwere des Hebels, und dividire die Summe durch die Summe der Kraft, der Last, und der Schwere des Hebels; So ist der Quotient die Entfernung der Last.

**Beweis.**

Wenn man die beiden Gewichte P und H in Eins bringt (§. 97.): So ist Q. AD = AM. (P + H) (§. 88.), AM. (P + H) aber = AV. H + AB. P (§. 98.), und daher ist Q. AD = AV. H + AB. P (§. 25. der Markscheidek.). Es ist aber auch AD = BD − AB, und daher ist BD. Q − AB. Q = AV. H + AB. P (§. 25. der Markscheidek.), ferner ist AV = AB − BV, und daher ist BD. Q − AB. Q = AB. H − BV. H + AB. P (§. 25. der Markscheidek.). Addirt man iezt beiderseits AB. Q; So ist BD. Q = AB. H − BV. H + AB. P + AB. Q: Und addirt man beiderseits BV. H; So ist BD. Q + BV. H = AB. H + AB. P + AB. Q (§. 85. und 303. der Markscheidek.), AB. H + AB. P + AB. Q aber ist = AB (H + P + Q), und daher ist BD. Q + BV. H = AB (H + P + Q) (§. 25. der Markscheidek.). Dividirt man nun beiderseits durch H + P + Q: So ist $\frac{BD.\ Q + BV.\ H}{H + P + Q} = AB$ (§. 91. und 306. der Markscheidek.).

Es ist also die Entfernung der Kraft AB bekant: Da nun auch die Länge BD des Hebels gegeben ist, und $AD = BD - AB$ (vermöge der Figur); So kan man die Entfernung AD der Last leicht finden, wenn man nur AB von BD abziehet.

Die vor die Erfindung der Entfernung der Last angegebene andere Regel läst sich so erweisen. Es ist

$$AD = BD - AB, \text{ AB aber ist} = \frac{BD.Q + BV.H}{H + P + Q},$$

und daher ist $AD = BD - \frac{BD.Q + BV.H}{H + P + Q}$

(§. 25. der Markscheidek.), und, wenn man $BD - \frac{BD.Q + BV.H}{H + P + Q}$ auf einen Bruch bringt (§. 117. der Markscheidek.), $AD = \frac{BD(H + P + Q) - BD.Q - BV.H}{H + P + Q}$,

oder, da $BD(H + P + Q) = BD.H + BD.P + BD.Q$,

$$AD = \frac{BD.H + BD.P + BD.Q - BD.Q - BV.H}{H + P + Q},$$

(§. 25. der Markscheidek.), und wenn man den Zehler des Bruchs reducirt, $AD = \frac{BD.H + BD.P - BV.H}{H + P + Q}$

(§. 302. der Markscheidek.). Es ist aber auch ferner $BD.H - BV.H = (BD - BV).H$, und daher ist $AD = \frac{BD.P + (BD - BV).H}{H + P + Q}$

(§. 25. der Markscheidek.). Nun ist aber $BD - BV = DV$, (vermöge der Figur), und darum ist $AD = \frac{BD.\ P + DV.\ H}{H + P + Q}$ (§. 25. der Markscheidek.).

Wir wollen annehmen, es sei $BD = 4$, $BV = 2$, $H = 3$, $P = 5$, und $Q = 18$: So ist $BD.\ Q = 4.\ 18 = 72$, $BV.\ H = 2.\ 3 = 6$, $H + P + Q = 3 + 5 + 18 = 26$, also, wenn man die Entfernung der Kraft sucht, $\frac{BD.\ Q + BV.\ H}{H + P + Q} = \frac{72 + 6}{26} = \frac{78}{26} = 3$, also 3 die Entfernung der Kraft.

Es sei, wenn man die Entfernung der Last sucht, wie vorhin, $BD = 4$, $BV = 2$, also $DV = BD - BV = 2$, $H = 3$, $P = 5$, und $Q = 18$: So ist $BD.\ P = 4.\ 5 = 20$, $DV.\ H = 2.\ 3 = 6$, $H + P + Q = 3 + 5 + 18 = 26$, und $\frac{BD.\ P + DV.\ H}{H + P + Q} = \frac{20 + 6}{26} = \frac{26}{26} = 1$, also 1 die Entfernung der Last.

Da $Q.\ AD = AB.\ P + AV.\ H$, Tab. III. fig. 20, 21 und 22, (§. 101.): So ist, wenn man beiderseits mit Q dividirt, $AD = \frac{AB.\ P + AV.\ H}{Q}$, und demnach findet man aus der gegebenen Entfernung der Kraft, der Entfernung des Schwerpunkts

des Hebels vom Ruhepunkt, der Schwere des Hebels, und der Kraft und Last die Entfernung der Last, wenn man die Summe der Momente der Kraft, und der Schwere des Hebels durch die Last dividiret.

Es sei, Tab. III. fig. 20, $AB = 3$, $AV. = 1$, $H = 3$, $P = 5$, und $Q = 18$: So ist $AB.P = 3.5 = 15$, und $AV.H = 1.3 = 3$, also $AB.P + AV.H = 15 + 3 = 18$, und $\frac{AB.P + AV.H}{Q} = \frac{18}{18} = 1$, also 1 die Entfernung AD der Last. Es sei ferner, Tab. III. fig. 21, $AB = 4$, $AV = 2$, $H = 4$, $P = 3$, und $Q = 20$: So ist $AV.H = 2.4 = 8$, und $AB.P = 3.4 = 12$, also $AV.H + AB.P = 8 + 12 = 20$, und $\frac{AV.H + AB.P}{Q} = \frac{20}{20} = 1$, also 1 die Entfernung AD der Last. Es sei ferner, Tab. III. fig. 22, $AB = 4$, $AV = 2$, $H = 4$, $P = 13$, und $Q = 20$: So ist $AV.H = 2.4 = 8$, und $AB.P = 4.13 = 52$, also $AV.H + AB.P = 8 + 52 = 60$, und $\frac{AV.H + AB.P}{Q} = \frac{60}{20} = 3$, also 3 die Entfernung AD der Last.

Da $Q.AD = AB.P + AV.H$, Tab. III. fig. 20, 21 und 22, (§. 101.): So ist, wenn man beiderseits AV. H abziehet, $Q.AD - AV.H =$

$H = AB. P$ (§. 87. und 304. der Markscheidek.): Und, wenn man beiderseits mit P dividirt,

$$\frac{Q. AD - AV. H}{P} = AB.$$

Diesemnach findet man aus der gegebenen Entfernung der Last, der Entfernung des Schwerpunkts des Hebels vom Ruhepunkt, der Schwere des Hebels, der Kraft und der Last, die Entfernung der Kraft, wenn man den Unterscheid der Momente der Last, und der Schwere des Hebels durch die Kraft dividirt.

Es sei, Tab. III. fig. 20, $AD = 1$, $AV = 1$, $H = 3$, $P = 5$, und $Q = 18$: So ist $AD. Q = 1. 18 = 18$, und $AV. H = 1. 3 = 3$, also $Q. AD - AV. H = 18 - 3 = 15$, und

$$\frac{Q. AD - AV. H}{P} = \frac{15}{5} = 3,$$

also die Entfernung $AB = 3$. Es sei, Tab. III. fig. 21, $AD = 1$, $AV = 2$, $H = 4$, $P = 3$, und $Q = 20$: So ist $Q. AD = 1. 20 = 20$, und $AV. H = 2. 4 = 8$, also $Q. AD - AV. H = 20 - 8 = 12$, und

$$\frac{Q. AD - AV. H}{P} = \frac{12}{3} = 4,$$

also 4 die Entfernung AB der Kraft.

Es sei ferner, Tab. III. fig. 22, $AD = 3$, $AV = 2$, $H = 4$, $P = 13$, und $Q = 20$: So ist $Q. AD = 3. 20 = 60$, $AV. H = 2. 4 = 8$, also $Q. AD - AV. H = 60 - 8 = 52$,

und $\frac{Q. AD - AV. H}{P} = \frac{52}{13} = 4$, also 4 die Entfernung AB der Kraft.

Da in dem Hebel AB der andern Art, Tab. III. fig. 23, wobei die Last, und die Schwere des Hebels nach einer Seite ziehen, AV. H + AD. Q = AB. P (§. 88.), und, wenn man beiderseits AV. H abziehet, AD. Q = AB. P — AV. H (§. 101.): So ist auch, wenn man beiderseits mit Q dividirt, AD = $\frac{AB. P - AV. H}{Q}$ (§. 91. und 306. der Markscheidek.), und demnach findet man aus der gegebenen Länge AB des Hebels, der Entfernung AV des Schwerpunkts des Hebels vom Ruhepunkt, der Schwere des Hebels, und der Kraft P und Q, die Entfernung AD der Last, wenn man den Unterschied der Momente AB. P, und AV. H durch die Last Q dividirt.

Es sei AB = 4, AV = 2, H = 4, P = 7, und Q = 20: So ist AB. P = 4. 7 = 28, und AV. H = 2. 4 = 8, also AB. P — AV. H = 28 — 8 = 20, und $\frac{AB. P - AV. H}{Q} = \frac{20}{20} = 1$, also 1 die Entfernung AD der Last. Es sei ferner AB = 7, AV = 3, H = 8, P = 16, und Q = 44: So ist AB. P = 7. 16 = 112,

und AV. H = 3. 8 = 24, also AB. P — AV. H = 112 — 24 = 88, und $\frac{AB\ P - AV.H}{Q}$ = $\frac{88}{44}$ = 2, also 2 die Entfernung AD der Last.

Weil Q. AD + AV. H = AB. P (§. 88.), und, wenn man beiderseits mit P dividirt, $\frac{Q.\ AD + AV.\ H}{P}$ = AB: So findet man auch aus der gegebenen Entfernung der Last, der Entfernung des Schwerpunkts des Hebels vom Ruhepunkt, der Schwere des Hebels, der Kraft und der Last, die Entfernung der Kraft, wenn man die Summe der Momente der Last, und der Schwere des Hebels durch die Kraft dividirt.

Es sei AD = 1, AV = 2, H = 4, P = 7, und Q = 20: So ist Q. AD = 1. 20 = 20, und AV. H = 2. 4 = 8, also Q. AD + AV. H = 20 + 8 = 28, und $\frac{Q.\ AD + AV.\ H}{P}$ = $\frac{28}{7}$ = 4, also 4 die Entfernung AB der Kraft.

Es sei ferner AD = 2, AV = 3, H = 8, P = 16, und Q = 44: So ist Q. AD = 2. 44 = 88, und AV. H = 3. 8 = 24, also Q. AD + AV. H = 88 + 24 = 112, und

$$\frac{Q.AD + AV.H}{P} = \frac{112}{16} = 7,$$ also 7 die Entfernung AB der Kraft.

§. 104.

Zwei an dem Hebel angebrachte Gewichte P und Q, Tab. IIII, fig. 24 und 25, sind im Gleichgewicht, wenn sie sich verkehrt, wie die Perpendikularlinien verhalten, durch welche diese Gewichte bewegt werden, wenn sich der Hebel um die Unterlage drehet.

Beweis.

Wenn die Hebel BD und AB in der Lage BD und AB sind, und es drehen sich dieselbe um ihren Ruhepunkt, so, daß BD in HI, und AB in AH zu liegen komt, und man fält aus den Punkten H und I der an sie gehängten Gewichte auf ihre vorigen Lagen BD und AB die Perpendikularlinien IK und HG: So ist das Gewicht Q durch die Perpendikularlinie IK, und das Gewicht P durch die Perpendikularlinie HG bewegt worden. Nun sind aber diese Perpendikularlinien nichts anders, als Sinus (§. 829. der Markscheidek.), und, da der ∠HAB dem ∠DAI gleich ist (§. 27. und 492. der Markscheidek.), die Bogen HG und IK ähnliche Bogen, die Sinus ähnlicher Bogen aber verhalten sich, wie ihre Radii (§. 845. der Markscheidek.), und daher ist auch HG : IK = AH : AI, AH aber ist = AB, und AI = AD

(§. 406.

(§. 406. der Markscheidek.), und daher ist auch HG : IK = AB : AD (§. 25. der Markscheidek.), es ist aber auch ferner AB : AD = Q : P (§. 88.), und daher ist Q : P = HG : IK (§. 212. der Markscheidek.).

§. 105.

Weil alle Diametri, und also auch alle Radii, zu ihren Peripherien einerlei Verhältnis haben (§. 714. der Markscheidek.), folglich sich ein Radius zu seiner Peripherie, wie ein anderer Radius zu seiner Peripherie, und ein Radius zu einem andern Radio, wie die Peripherie des ersten zu der Peripherie des andern verhält (§. 233. der Markscheidek.), die Bogen concentrischer Cirkel aber, die zwischen einerlei Schenkel beschrieben werden, zu ihren Peripherien einerlei Verhältnis haben (§. 479. der Markscheidek.), also auch der eine Bogen sich zu dem andern Bogen verhält, wie die Peripherie des ersten zur Peripherie des andern (§. 233. der Markscheidek.): So verhalten sich auch die Radii wie die Cirkelbogen, die zwischen ihren Schenkeln beschrieben worden (§. 212. der Markscheidek.), und demnach ist, Tab. IIII. fig. 24. und 25, AB : AD = BH : DI. Nun ist aber AB : AD = Q : P (§. 88.), und daher ist Q : P = BH : DI (§. 212. der Markscheidek.). Demnach sind zwei Gewichte an dem Hebel im Gleichgewicht, wenn sie sich verkehrt wie die Wege oder Räume ver-

halten, durch welche die Gewichte bewegt werden, wenn sich der Hebel um seine Unterlage drehet.

§. 106.

Aus dem 104. und 105. §. ist also klar, daß die Kraft durch einen um so viel grösern Raum bewegt wird, als die Last gröser ist, als die Kraft, und daß man das an dem Raum der Last gegen den Raum der Kraft verliert, was man in der Gröse der Kraft gegen die Gröse der Last gewint. Denn wenn, Tab. IIII. fig. 24. und 25, AB = 2, und AD = 1 ist; So ist HB = 2, und DI = 1: Wenn nun Q = 400, und P = 200; So wird 200 durch den Weg 2 bewegt, während dem, als 400 in eben der Zeit nur durch den Weg 1 bewegt wird.

§. 107.

Gedenket man sich die Schenkel AB und AC eines geradlinigten Winkels, Tab. IIII. fig. 26, (§. 411. der Markscheidek.) dergestalt, daß sie unbeweglich sind, und stets ein und eben denselben Winkel ausmachen, sich aber zusammen um die Spizze A drehen lassen, und in B und C zwei Kräfte P und Q angebracht sind, die diesen Winkel nach entgegen gesezten Seiten zu bewegen streben: So hat man einen Begrif von einem gebrochenen Hebel, oder einem Winkelhebel, der aber ohne alle Schwere betrachtet werden muß. Auch hier nent man die Ent-

Entfernungen A B und A C der Kräfte P und Q von der Spizze C die Armen des Hebels (§. 61.).

§. 108.

Wenn an einem Winkelhebel B A C, Tab. IIII. fig. 27, die Directionslinie B P, und C Q der an ihn angebrachten Kräfte P und Q auf den Armen A B und A C dieses Hebels senkrecht stehen, und diese beiden Kräfte im Gleichgewicht sind, die Verhältnis der Kräfte P und Q zu finden.

Auflösung.

Man beschreibe in der Ebene B A C mit dem Halbmesser A B den Cirkel B D E B, und mit dem Halbmesser A C den Cirkel C F G C, durch A aber ziehe man die waagerechte Linie b c, welche den Cirkel B D E B in b, und den Cirkel C F G C in c berührt. Man stelle sich vor, daß an b ein Gewicht p = P, und an c ein Gewicht q = Q senkrecht hänge: So sind, da B P und b p die Rolle B D E B nur in den Punkten B und b berühren, die Kräfte P und p im Gleichgewicht (§. 72.), eben so sind aber auch, da C Q, und c q die Rolle C F G C nur in den Punkten C und c berühren, die Kräfte Q und q im Gleichgewicht. Sind nun, vermöge der Voraussezzung, die Kräfte P und Q im Gleichgewicht, oder verhindert die Wirkung der einen,

die Wirkung der andern, die Rolle um A zu drehen (§. 72.), so hebet die Wirkung der einen, die Wirkung der andern auf, und es ist eben so viel, als ob sie nicht da wären, und demnach kan man beide wegnehmen, ohne daß das Gleichgewicht aufgehoben wird: Geschiehet aber dieses; So bleiben, da p und P, und q und Q im Gleichgewicht waren, noch p und q im Gleichgewicht. Nun ist aber cAb ein geradlinigter Hebel, und p: q = Ac: Ab (§. 88.), und daher ist auch, da p = P, und q = Q, P: Q = Ac: Ab (§. 25. der Markscheidek.), es ist aber auch ferner Ac = AC, und Ab = AB (§. 406. der Markscheidek.), und daher ist P: Q = AC: AB (§. 25. der Markscheidek.). **Es müssen sich demnach die Kräfte an dem Winkelhebel, deren Richtungen senkrecht auf den Armen dieses Hebels stehen, verkehrt wie eben diese Arme verhalten, wenn sie im Gleichgewicht sein sollen.**

Ist zum Beispiel der Arm AC = 2, und der Arm AB = 3, so, daß beide Grösen Dinge von einerlei Art sind: So müssen sich die Kräfte P und Q, wie 2 zu 3 verhalten, es müssen aber auch diese Dinge von einerlei Art sein. Wenn demnach P zwei Pfund ist; So muß Q drei Pfund sein: Und wenn P zwei Centner ist; So muß Q drei Centner sein.

§. 109.

§. 109.

Wenn an einem Winkelhebel BAC, Tab. IIII. fig. 28, zwei Kräfte P und Q dergestalt wirken, daß ihre Directionslinien PB, und QC mit den Armen AB und AC schiefe Winkel machen (§. 415. der Markscheidek.), die Verhältnis dieser Kräfte zu finden, wenn sie im Gleichgewicht sind.

Auflösung.

Man fälle aus der Spizze A des Winkelhebels auf die Directionslinien PB, und CQ der Kräfte P und Q die Perpendikularlinien AD und AE (§. 524. der Markscheidek.). Jezt gedenke man sich, es sei an D eine Kraft p = P, und an E eine Kraft q = Q, und zwar so, daß die Kraft p der Kraft P, und die Kraft q der Kraft Q gerade entgegen gesezt ist; So wirkt die Kraft p so viel, als wie die Kraft P, und die Kraft q so viel, als die Kraft Q. Es hindert also die Kraft p, die Kraft P, daß sich der Hebel BAC nicht nach der Seite BP um die Spizze A drehen kan. Eben so hindert aber auch die Kraft q die Kraft Q, daß sich der Hebel CAB nicht nach der Seite CQ um diese Spizze A drehen kan, und demnach muß der Hebel ruhen. Sind nun, vermöge der Voraussezzung, die Kräfte P und Q im Gleichgewicht: So hebt an dem Hebel BAC die Wirkung der einen, die Wirkung der andern ganz auf, und es bleibt noch das vorige Gleichge-

wicht am Hebel, wenn man auch schon die Kräfte P und Q wegnimt, es sind nemlich noch die Kräfte p und q an diesem Hebel im Gleichgewicht. Ist aber dieses: So ist p : q = AE : AD (§. 108.), und daher ist auch, da p = P, und q = Q, P : Q = AE : AD (§. 25. der Markscheidek.). Nun sind aber AE und AD die Entfernungen der Directionslinien von der Spizze A des Winkelhebels und daher verhalten sich auch im Fall des Gleichgewichts die Kräfte an dem Winkelhebel, bel, wenn ihre Directionslinien mit den Armen des Hebels schiefe Winkel machen, umgekehrt, wie die Entfernungen ihrer Richtungslinien von dem Ruhepunkt, das ist, umgekehrt, wie die Perpendikularlinien, die man aus dem Ruhepunkt des Hebels auf diese Richtungslinien fält.

## §. 110.

Wenn die Directionslinien der Kräfte auf den Armen des Winkelhebels senkrecht stehen: So sind die Armen selbst die Entfernungen der Richtungslinien von dem Ruhepunkt, und demnach sind überhaupt die an dem Winkelhebel angebrachte Kräfte im Gleichgewicht, wenn sie sich umgekehrt, wie die Entfernungen der Richtungslinien von dem Ruhepunkt verhalten.

§. 111.

Weil P: Q = AE: AD (§. 109.), und P. AD = Q. AE (§. 228. der Markscheidek.): So sind auch an dem Winkelhebel die Kräfte im Gleichgewicht, wenn ihre Momente gleich sind (§. 88.).

§. 112.

Wenn man die Directionslinien PB, und QC der Kräfte P und Q, Tab. IIII. fig. 28, die an dem Winkelhebel BAC im Gleichgewicht sind, so lang verlängert, bis sie sich in F durchschneiden, und von F in den Ruhepunkt A eine gerade Linie ziehet: So ist die Linie AF die mittlere Richtung der Kräfte P und Q, das ist, die Richtung der Kräfte P und Q, nach welcher die Unterstüzzung des Ruhepunkts A gedrukt wird (§. 57.).

Beweis.

Wenn man die Richtungslinien BP, und CQ so lange verlängert, bis sie sich in F durchschneiden; So wirkt die Kraft P, da der Punkt F in der Richtungslinie BP dieser Kraft ist, mit ihrer ganzen Kraft in diesen Punkt F: Und weil der Punkt F auch in der Richtungslinie CQ der Kraft Q ist; So wirkt auch Q mit seiner ganzen Kraft in diesen Punkt F. Nun sind aber die Kräfte P und Q, vermöge der Voraussezzung, in dem Gleichgewicht, und daher kan weder die Kraft P den Punkt F

nach

nach der Seite B P um A, noch die Kraft Q den Punkt F nach der Seite C Q um A drehen, eben daher aber müssen die beiden Kräfte P und Q den Punkt F nach A drukken, und es ist also die Linie F A die mittlere Richtung der Kräfte P und Q.

## §. 113.

Es ist von selbst klar, daß eine Kraft, die nach der Directionslinie A F, Tab. IIII. fig. 28, an A angebracht ist, mit den Kräften P und Q im Gleichgewicht stehet, wenn sie nur dem Druk gleich ist, womit die Kräfte P und Q auf A drukken, eben diese Kraft aber kan auch an F nach der Richtung A F angebracht sein.

## §. 114.

Wenn man mit F C, Tab. IIII. fig. 28, die Linie A G, und mit F B die Linie A H gleichlaufend ziehet (§. 529. der Markscheidek.): So ist A D: A E = F H: F G. Denn der ∠ A G D = ∠ G F C (§. 525. der Markscheidek.), der ∠ G F C aber = ∠ A H E (der angef. §.), und daher ist der ∠ A G D = ∠ A H E (§. 39. der Markscheidek.). Nun sind aber die Winkel G D A, und H E A rechte Winkel (§. 109. und 110.), und diese sind einander gleich (§. 495. der Markscheidek.), und daher ist auch der △ A G D ∽ dem △ A H E (§. 586. der Markscheidek.). Ist aber dieses; So ist auch

A D:

AD: AE = AG: AH (der angef. §.), es ist aber AG = FH, und AH = FG (§. 527. der Markscheidek.), und daher ist auch AD: AE = FH: FG (§. 25. der Markscheidek.).

§. 115.

Weil also AD: AE = FH: FG, und AD: AE = Q: P (§. 110.); So ist Q: P = FH: FG (§. 212. der Markscheidek.), und P: Q = FG: FH (§. 380. N. 2. der Markscheidek.): Und, wenn man aus dem Punkt F, wo sich die verlängerte Directionslinien BP und CQ der Kräfte P und Q durchschneiden, zwei Linien annimt, die sich wie diese Kräfte verhalten; So kan man das Parallelogrammum ergänzen, und es ist die Diagonallinie FA die mittlere Richtung der Kräfte.

§. 116.

Die Kräfte P und Q, welche nach BP und CQ, Tab. IIII. fig. 28, wirken, halten einander das Gleichgewicht, wenn sie sich umgekehrt zu einander verhalten, wie die Entfernungen der Richtungslinien von dem Ruhepunkt (§. 110.), sie können also die Ebene ACB nicht um den Ruhepunkt A drehen, beide aber kan man sich nach ihren Richtungen FP und FQ an F so gedenken, daß sie zusammen ieden Punkt der Linie FA nach der Richtung FA drukken. Diese äuseren, oder Seitenkräfte

kräfte wirken also nach FA eben das, was eine einzige Kraft F, die die mittlere heist (§. 57.), nach FA wirken würde, und so läst sich begreifen, daß ein Körper, der von verschiedenen Kräften P und Q, die einen Winkel mit einander machen, gezogen, oder gestosen wird, die Diagonallinie FA durchläuft (§. 57. und 115.). Von der mittleren Kraft sagt man nicht selten, sie werde aus den äuseren zusammen gesezt.

## §. 117.

**Die Gröse der mittleren Kraft aus den Grösen und Richtungen der äuseren Kräfte zu finden.**

### Auflösung.

Die beiden äuseren Kräfte P und Q, Tab. IIII. fig. 29, verhalten sich wie FB und FC (§. 115.), und daher kan man FB und FC vor die Kräfte P und Q annehmen (§. 40.). Wenn man daher annimt, daß Fa der mittleren Kraft F, die nach FA wirkt, gleich ist, und, daß sich Fa zu FB, wie die mittlere Kraft F, zu der äusern Kraft P, und Fa zu FC, wie eben diese mittlere Kraft F zu der äusern Kraft Q verhält: So stellen die Linien Fa, FB, und FC nicht nur die Richtungen, sondern auch die Grösen dieser Kräften vor (§. 40.), und es erhalten, vermöge dieser Voraussezzung, die Kräfte Fa, FB, und FC einander an F (§. 113.),

Fa und FC aber können als zwei andere äusere Kräfte betrachtet werden, aus welchen eine mittlere nach Fb entstehet, welcher FB entgegen gesezt, und gleich ist. Wenn man diesemnach BF verlängert: So bekomt man die Diagonallinie Fb des Parallelogrammi FCba von den äusern Kräften Fa und FC, und es ist ab = FC (§. 429. der Markscheidek.), und, weil FC = AB (der angef. §.), ab = AB (§. 25. der Markscheidek.), es ist aber auch der ∠ FBA = ∠ Fba, und der ∠ AFB = aFb (§. 525. der Markscheidek.), und daher ist in dem △ FBA der ∠ FAB dem ∠ Fab in dem △ Fab gleich (§. 548. der Markscheidek.). Diesemnach ist in den Triangeln AFB und aFb die Linie AB = ab, der ∠ FBA = ∠ Fba, und der ∠ FAB = ∠ Fab: Ist aber dieses; So ist auch Fb = FB, und Fa = FA (§. 505. der Markscheidek.). Nun sind aber Fa, FB, und FC im Gleichgewicht, und daher sind auch FA, FB, und FC im Gleichgewicht (§. 25. der Markscheidek.), und es stelt demnach die Diagonallinie FA nicht nur die Richtung, sondern auch die Grösse der mittleren Kraft zu den beiden äusern Kräften FB und FC vor (§. 115.).

§. 118.

Die Kraft FA wirkt also so viel, als die Kräfte FB und FC, und daher ist die mittlere Kraft FA den äuseren Kräften FB und FC äquipollent.

§. 119.

§. 119.

Eine Kraft FA, Tab. IIII. fig. 29, kan auf unzählig viele verschiedene Arten in zwei äusere Kräfte verwandelt werden: Denn ist FA eine Kraft, und ziehet man in F die gerade Linien FB und FC, durch A aber parallel mit BF die Linie AC, und durch A parallel mit FC die Linie AB: So bekomt man das Parallelogrammum ACFB, und es sind die Kräfte FB und FC der Kraft FA äquipollent (§. 115. 117. und 118.).

Eben so lassen sich aber auch die äuseren Kräfte FB und FC in eine Kraft verwandeln, wenn man aus ihnen das Parallelogrammum ACFB machet (§. 634. 635. 636. und 637. der Markscheidek.), und die Diagonallinie FA ziehet, welche die Kraft ist, die den Kräften FB und FC äquipollent ist (§. 117. und 118.).

§. 120.

Die äusere Kräfte FB und FC, Tab. IIII. fig. 29, verhalten sich umgekehrt, wie die Sinus der durch die mittlere Richtung gemachten Winkel AFC und AFB.

Beweis.

Die Kraft FB verhält sich zur Kraft FC, wie der Sinus des Winkels BAF, zum Sinu des Winkels FAC (§. 873. der Markscheidek.). Nun ist aber der ∠ BAF = ∠ AFC (§. 525. der Markscheidek.),

scheidek.), und daher ist FB zu FC wie der Sinus des Winkels AFC, zu dem Sinu des Winkels FAC (§. 25. der Markscheidek.), es ist aber auch der ∠ FAC = ∠ AFB (§. 525. der Markscheidek.), und daher ist FB zu FC wie der Sinus des Winkels AFC, zu dem Sinu des Winkels AFB (§. 25. der Markscheidek.).

## §. 121.

Weil der ∠ BFC + ACF = $180^{\circ}$ (§. 525. der Markscheidek.): So findet man auch den Winkel ACF, wenn man den Winkel BFC von $180^{\circ}$ abziehet (§. 76. der Markscheidek.). Wenn daher die Kraft FB = AC, FC = AB, und der Winkel BFC, woraus man den ∠ ACF finden kan, gegeben sind: So weis man in dem △ ACF die Seiten FC und AC, und den ∠ ACF, und hieraus kan man den einen Winkel CFA finden, welchen die mittlere Richtung mit FC macht, zugleich aber auch den Winkel CAF (§. 881. der Markscheidek.), folglich, da der ∠ CAF = ∠ AFB (§. 525. der Markscheidek.), den andern Winkel AFB, welchen die mittlere Richtung, und FB mit einander machen, und demnach findet man durch diese Winkel die Richtung der mittleren Kraft gegen die äusere. Aus dem Winkel CAF = Winkel AFB nun, der Seite FC, und dem Winkel ACF, oder dem Winkel CFA, der Seite

AC = BF, und dem Winkel ACF kan man aber auch die Seite FA, und also die Gröse der mittlern Kraft finden, wenn nur die äusere Kräfte FB und FC, und der Winkel gegeben ist, den ihre Richtungen einschliesen.

§. 122.

Die mittlere Kraft FA, Tab. IIII. fig. 29, verhält sich zu ieder Seitenkraft, wie der Sinus des Winkels, den die Richtungslinien mit einander machen, zu dem Sinu des Winkels, den die mittlere Richtung mit der andern Seitenkraft macht.

Beweis.

Es verhält sich FA zu FB, wie der Sinus des Winkels ABF, zu dem Sinu des Winkels BAF (§. 873. der Markscheidek.), es ist aber der Winkel ABF + BFC = 180° (§. 525. der Markscheidek.), und daher ist der Sinus des Winkels ABF, dem Sinu des Winkels BFC gleich (§. 831. der Markscheidek.), folglich FA: FB = der Sinus des ∠ BFC: Sinu des ∠ BAF (§. 25. der Markscheidek.), der Sinus BAF aber ist gleich dem Sinu AFC (§. 525. der Markscheidek.), und daher ist FA : FB = der Sinus des ∠ BFC: Sinu des Winkels AFC (§. 25. der Markscheidek.).

Eben so ist FA zu FC, wie der Sinus des Winkels ACF, zu dem Sinu des Winkels CAF (§. 873.

(§. 873. der Markscheidek.). Da nun der ∠ ACF + BFC = 180° (§. 525. der Markscheidek.), und der Sinus des ∠ ACF = dem Sinu des Winkels BFC (§. 831. der Markscheidek.): So ist FA : FC = der Sinus des ∠ BFC : Sinu des ∠ CAF (§. 25. der Markscheidek.), und, weil der Sinus des ∠ CAF = dem Sinu des Winkels BFA (§. 525. der Markscheidek.), FA : FC = der Sinus des ∠ BFC : Sinu des ∠ BFA (§. 25. der Markscheidek.).

§. 123.

Wenn die Winkel BFA, und CFA = BFC, welche Winkel die mittlere Richtung FA mit den äusern Kräften FB und FC macht, nebst der Gröse der mittleren Kraft FA gegeben sind: So weis man, da der ∠ BFC + FCA = 180° (§. 525. der Markscheidek.), folglich der ∠ FCA = 180° — ∠ BFC, in dem △ FAC den ∠ FCA, und die Seite FA, aber auch den ∠ CAF, weil der ∠ BFA = ∠ CAF (§. 525. der Markscheidek.) gegeben, und bekant ist, und demnach kan man aus dem Sinu des ∠ FCA, oder BFC (§. 525. und 831. der Markscheidek.), der mittlern Kraft FA, und dem Sinu des ∠ CAF die äusere Kraft FC finden (§. 879. der Markscheidek.). Eben so kan man aber auch in dem △ FAB, da der

 ∠ FBA

∠ FBA = 180° — ∠ BFC (§. 525. der Markscheidek.), die Seite FA, und der ∠ BAF = ∠ CFA bekant ist (der angef. §.), aus dem Sinu des Winkels FBA, oder BFC (§. 525. und 831. der Markscheidek.), der mittleren Kraft FA, und dem Sinu des ∠ BAF die äusere Kraft FB finden (§. 879. der Markscheidek.). Demnach lassen sich aus den Winkeln, welche die mittlere Kraft mit den äusern Kräften macht, und der Gröse der mittlern Kraft die äusere Kräfte finden.

§. 124.

Wenn zwei Kräfte unter schiefen Winkeln an dem geradlinigten Hebel (§. 415. der Markscheidek.) angebracht sind: So verhalten sich die Kräfte umgekehrt, wie die Perpendikularlinien, die von dem Ruhepunkt des Hebels auf die Directionslinien der Kräfte gezogen worden.

Beweis.

Man verlängere an dem Hebel BAC der ersten Art, Tab. IIII. fig. 30, die Directionslinien CP und BQ so lang, bis sie sich in dem Punkt F durchschneiden, und ziehe von dem Ruhepunkt A bis in den Punkt F eine gerade Linie, diese Linie aber verlängere man nach Gefallen bis in H, so drukt FH die Kraft aus, welche die Stüzze in A trägt, wenn die Kräfte P und Q in B und C wirken (§. 116.). Man verlängere die Directionslinie CF bis B, und

BF

BF bis G, und ziehe durch H mit BC, durch eben diesen Punkt H aber auch mit FG die Parallellinien HG und HB, so bekomt man das Parallelogrammum BFGH, und es sind FB, und FG die äuseren Kräfte, welche der Kraft FH äquipollent sind (§. 119.). Diesemnach ist P: Q = FB: FG, es ist aber FB = HG (§. 429. der Markscheidek.), und daher ist P: Q = HG: FG. Nun verhält sich aber HG: FG = der Sinus des ∠ HFG: Sinu des ∠ FHG (§. 873. der Markscheidek.), und daher ist auch P: Q = der Sinus des ∠ HFG: Sinu des ∠ FHG (§. 25. der Markscheidek.), es ist aber der ∠ HFG = ∠ AFB (§. 492. der Markscheidek.), und daher ist P: Q = der Sinus des ∠ AFB: Sinu des ∠ FHG (§. 25. der Markscheidek.). Es ist aber auch der ∠ FHG = ∠ BFH (§. 525. der Markscheidek.), und daher ist P: Q = der Sinus des ∠ AFB: Sinu des ∠ BFH. Ferner ist der ∠ BFH = ∠ AFC (§. 492. der Markscheidek.), und daher ist P: Q = der Sinus des ∠ AFB: Sinu des ∠ AFC (§. 25. der Markscheidek.). Nun ist AD der Sinus des Winkels AFB (§. 829. der Markscheidek.), und daher ist P: Q = AD: Sinu des ∠ AFC, es ist aber auch AE der Sinus des ∠ AFC (der angef. §.), und daher ist P: Q = AD: AE (§. 25. der Markscheidek.).

An dem Hebel der andern Art ABC, Tab. IIII. fig. 31, verlängere man die Directionslinien QB und CP, bis sie sich in D durchschneiden, und ziehe von dem Ruhepunkt A in D eine gerade Linie AD, durch B mit FD, und E mit BD aber die Parallellinien EB und EF, so stelt in dem Parallelogrammo BDFE die Linie DF die Kraft P, die Linie DB aber die Kraft Q vor (§. 119.), und es ist P: Q = DF: DB, oder, da DF = EB (§. 429. der Markscheidek.), P: Q = EB: DB (§. 25. der Markscheidek.). Nun ist aber EB: BD = der Sinus des ∠ EDB: Sinu des ∠ DEB, und daher ist auch P: Q = der Sinus des ∠ EDB: Sinu des ∠ DEB, es ist aber der ∠ DEB = ∠ EDF (§. 525. der Markscheidek.), und daher ist P: Q = der Sinus des ∠ EDB: Sinu des ∠ EDF. Da nun AI der Sinus des ∠ EDB, und AK der Sinus des ∠ EDF (§. 829. der Markscheidek.): So ist auch P: Q = AI: AK.

§. 125.

Wenn die Directionslinien der Kräfte AP und CQ, und AQ und CP, Tab. IIII. fig. 32, und Tab. V. fig. 33, einander parallel sind, und man fält aus dem Ruhepunkt B auf die verlängerte Directionslinien die Perpendikularlinien BD und BE; So ist der ∠ DBA = ∠ EBC (§. 492. der Markscheidek.), und der ∠ ADB = ∠ BEC (§. 525.

der

der Markscheidek.), eben daher aber ist der △ ABD ∽ △ BEC. und es ist AB: BC = BD: BE (§. 586. der Markscheidek.). Nun ist aber P: Q = BD: BE (§. 124.), und daher ist auch P: Q = AB: BC (§. 212. der Markscheidek.).

§. 126.

Wenn beide Kräfte unter rechten Winkeln an dem Hebel angebracht sind; So sind die Arme des Hebels selbst die Perpendikularlinien, die auf die Directionslinien der Kräfte gezogen werden können (§. 87.): Und wenn zwei Kräfte unter schiefen, aber parallelen Directionslinien an dem Hebel angebracht sind; So verhalten sie sich verkehrt, wie eben diese Arme (§. 125.), eben daher aber haben zwei an dem Hebel angebrachte Kräfte die gröste Wirkung, wenn sie unter parallelen Richtungen an dem Hebel angebracht worden.

§. 127.

Ein schwerer Hebel von der ersten Art, wodurch man vermittelst eines Gegengewichts erfährt, wie schwer ein Körper sei, heist eine Waage. Ist an einer solchen Waage der Ruhepunkt A, Tab. V, fig. 34, die Axe, von den Aufhängepunkten B und C, woran die Gewichte hängen, gleich weit weg, und also diese Axe in der Mitte; So heist sie

eine gleicharmige, eine gemeine, oder eine **Kramerwaage** (bilanx, libra): Ist dieses aber nicht, sondern die Arme AB und AC, Tab. V. fig. 35, sind ungleich; So wird sie eine **Schnellwaage** (statera) genent. Bei iener muß das Gegengewicht allemal so schwer sein, als der abzuwiegende Körper selbst, bei dieser aber kan die Unterlage, oder das Gegengewicht G verschoben, und mit ein, und eben demselben Gegengewicht die Schwere eines ieden Körpers gefunden werden. Bei der einen, wie bei der andern Waage heist der Hebel BAC der **Waagebalken**, der Stift AD die **Zunge**, der ausgeschnittene Teil AE, worinnen die Zunge auf und abgehen kan, die **Scheere** oder die **Zange**, und die Schale F die **Waageschale**, die man an Ketten oder Schnüren an die Waage hängt. Damit sich die Waagen desto freier bewegen können, so sind die Axen, und die **Zapfen**, woran die Waageschalen hängen, unten scharf, die Löcher in der Scheere aber, die **Pfannen**, sehr gut polirt.

§. 128.

Wenn eine Waage bei einem sehr geringen Unterscheid der Gewichte auf der Seite, wo das schwerere Gewicht ist, sinkt, einen sogenanten Ausschlag gibt: So sagt man, daß sie schnell, hingegen aber, daß sie faul sei, wenn dieses nicht ist.

§. 129.

Wenn eine Waage so beschaffen ist, daß, wenn sie horizontal stehet, ungleiche Gewichte im Gleichgewicht sind: So wird sie eine falsche Waage genent. An dieser sind die Armen ungleich lang, und wenn der Waagebalken ohne Schalen horizontal stehet, so sind die Schalen ungleich schwer, und die schwerere hängt am kürzern Arm, wenn die leichtere am längern hängt. Verwechselt man nun die Schalen, so komt die schwerere an den längern, die leichtere hingegen an den kürzern Arm, dadurch aber entstehet bei iener ein Ausschlag, und so probirt man eine Waage, ob sie richtig sei, oder nicht.

§. 130.

Aus dem 65. 101. 102. und 103. §. begreift man, wie diese Waagen eingeteilt werden müssen. In Leupolds theatro machinarum universali cap. 2, und theatro statico part. I. cap. 2–4 findet man genaue Anweisungen zu der Einteilung und Verfertigung der Waagen.

§. 131.

**Auf einer falschen Waage das wahre Gewicht eines Körpers zu erfahren.**

Auflösung.

1) Man lege den abzuwiegenden Körper in die eine Waageschale, und bemerke das Gewicht, wel-

ches ihm in der andern Waageschale die Waage hält.

2) Man lege den abzuwiegenden Körper in die Waageschale, worinnen so eben das Gewicht gelegen hat, und bemerke, was vor ein Gewicht in der Waageschale, worinnen der abzuwiegende Körper war, ihme das Gleichgewicht hält.

3) Die bei N. 1 und 2 gefundene Gewichte multiplicire man in einander, und ziehe aus ihrem Produkt die Quadratwurzel (§. 187. und 188. der Markscheidek.): So ist diese das wahre Gewicht des abzuwiegenden Körpers.

Beweis.

Wir wollen annehmen, es wären auf einer falschen Waage die bei der Verwechselung des abzuwiegenden Körpers gefundene Gewichte P und Q, Tab. V. fig. 34, das wahre Gewicht des Körpers aber S: So ist, wenn der abzuwiegende Körper in der Waageschale bei Q ist, $AC : AB = P : S$, und, wenn der abzuwiegende Körper in der Waageschale bei P ist, $AC : AB = S : Q$ (§. 88.). Ist aber dieses, so ist auch $P : S = S : Q$ (§. 212. der Markscheidek.). Nun ist aber $P . Q = S . S$ (§. 228. 229. und 230. der Markscheidek.), und $S . S$ ein Quadrat (§. 168. der Markscheidek.), P und Q aber bekant, und daher findet man auch das wahre Gewicht eines abzuwiegenden Körpers, wenn man ihn in beiden Waageschalen wiegt, und aus

dem

dem Produkt der gefundenen beiden Gewichte die Quadratwurzel ziehet.

§. 132.

Es sind nicht alle gleichgrose Teile eines ieden Körpers gleich schwer, indessen findet man doch diese Eigenschaft an dem Wasser, den Metallen, dem Glas, und dergleichen Körpern, und diese nent man gleichförmig schwere Körper; dieser ihre Gewichte nun verhalten sich wie ihr Umfang, oder die Räume, welche sie ausfüllen: Und da diese Körper auch gleichförmig dicht sein müssen; So verhalten sich auch ihre Gewichte wie ihre Massen (§. 22. und §. 39.). Da sich die Gewichte der Körper, wie ihre Massen und also, wie ihre Dichtigkeiten verhalten, wenn die Körper gleich sind (§. 22.): So verhalten sich auch die Dichtigkeiten der Körper wie ihre Gewichte, wenn sie einerlei Raum einnehmen.

§. 133.

Das Gewicht eines Körpers, das er unter einer bestimten Gröse hat, nent man seine besondere, eigenthümliche, oder specifische Schwere.

§. 134.

Es müssen sich also die besonderen Schweren zweier Körper, wie ihre Gewichte verhalten,

wenn sie einerlei Gröse haben: Und da sich die Dichtigkeiten der Körper wie ihre Gewichte verhalten, wenn sie einerlei Gröse haben (§. 132.); So verhalten sich auch die Dichtigkeiten der Körper, wie ihre Schweren, wenn sie einerlei Gröse haben (§. 212. der Markscheidek.), und es ist die besondere Schwere zweier Körper zugleich die Verhältnis ihrer Dichtigkeit. Diesemnach ist die besondere Schwere eines Körpers zugleich das Maas seiner Dichtigkeit.

§. 135.

Wenn man einen Kubikzoll, oder Kubikfus, als ein bestimtes Maas zu der Ausmessung der Gröse des Körpers (§. 761. der Markscheidek.), eine Unze aber, $\frac{1}{16}$ Pfund, oder ein Pfund zu der Ausmessung der Schwere eines Körpers annimt: So kan man dadurch gar leicht die specifische Schwere eines ieden Körpers finden. Denn man darf nur finden, wie viele Unzen ein Kubikzoll, oder wie viele Pfund ein Kubikfus von diesem Körper wiegt: Und wenn man auf die Art die Schwere von zwei gleich grosen Körpern findet; So weis man die Verhältnis ihrer Schwere und ihrer Dichtigkeit (§. 134.).

§. 136.

**Die besondere, oder specifische Schwere eines ieden Körpers zu finden.**

Auf-

Auflösung.

1) Man nehme von dem Körper, dessen specifische Schwere man bestimmen soll, ein Stük, das die Gestalt eines geometrischen Körpers hat, der sich genau und leicht ausrechnen läst, zum Beispiel einen Würfel, oder ein Parallelopipedum, und finde nach Zollen, oder Fusen dessen Inhalt (§. 764. und 776. der Markscheidek.).

2) Man wiege diesen Körper auf einer Waage nach Unzen, oder Pfunden, und bemerke dessen Gewicht.

3) Das gefundene Gewicht dieses Körpers dividire man durch den Inhalt des Körpers: So ist der Quotient die gefundene specifische Schwere von einem Kubikzoll, oder Kubikfus des Körpers, dessen specifische Schwere man bestimmen soll, diese Schwere aber ist in solchen Einheiten des Gewichts ausgedrukt, wornach man den Körper gewogen hat (§. 135.).

Ist zum Beispiel das Gewicht einer gewissen Menge Wasser 210 Pfund, der Raum aber, den sie einnimt, 3 Kubikfus: So wiegt ein Kubikfus Wasser 70 Pfund, und dieses ist seine specifische Schwere.

§. 137.

So kan man die specifische Schwere eines ieden andern Körpers finden, und, wenn man von verschiedenen Körpern einerlei Maas zu ihrer Ausmessung,

sung, aber auch einerlei Gewicht zu Bestimmung ihrer Schwere gebrauchet: So ist die Verhältnis der Quotienten, welche heraus kommen, die Verhältnis der specifischen Schwere, oder Dichtigkeit dieser Körper (§. 134.). Untersucht man zum Beispiel die specifische Schwere des Quecksilbers und des Wassers, beide so, daß man den Raum, den eine gewisse Menge einnimt, nach Fusen, ihr Gewicht aber nach Pfunden untersucht: So findet man, daß ein pariser Kubikfus Quecksilber 946 pariser Pfund, ein pariser Kubikfus Wasser aber nur 70 pariser Pfund wiegt. Es verhält sich also die specifische Schwere des Quecksilbers zu der specifischen Schwere des Wassers, wie 946 zu 70, und es ist das Quecksilber beinahe 14 mal schwerer, als das Wasser.

§. 138.

Die Rolle (§. 64.) ist von zweierlei Art. Es ist entweder an dem einen Punkt B der Peripherie, Tab. I. fig. 4, die Kraft P, an dem andern entgegen gesezten Punkt C der Peripherie aber die Last Q, und in dem Mittelpunkt A der Ruhepunkt, oder es ist an dem einen Punkt B der Peripherie, Tab. V. fig 37, der Ruhepunkt, an dem andern entgegen gesezten Punkt C der Peripherie hingegen die Kraft P, und in dem Mittelpunkt A die Last Q. Jene kan so eingerichtet sein, daß sich die Axe mit der Rolle zugleich herumdrehet, oder nicht, und

in

in diesem leztern Fall gehet durch ein Loch in der Rolle eine unbewegliche Axe, um welche sich die Rolle drehet, und diese heist der Polzen. Die erstere Rolle, die Rolle, woran so wol die Kraft, als die Last, in einem Punkt der Peripherie angebracht ist, kan man eine Rolle der ersten, die andere hingegen, woran nur die Kraft in einem Punkt der Peripherie, die Last aber in dem Mittelpunkt angebracht wird, eine Rolle der andern Art nennen, iene nent man auch eine unbewegliche, diese aber, welche zugleich mit der Last bewegt wird, eine bewegliche Rolle. Man hängt über eine solche Rolle ein Seil, und damit dieses nicht von derselben abspringt, so höhlt man diese Rolle auf dem äusern Rand nach ihrer Dikke aus.

## §. 139.

Bei der Rolle der ersten Art ist die Kraft P, Tab. I. fig. 4, der Last Q gleich (§. 67.). Es wird also dadurch die Kraft nicht vermehrt, und sie dienet nur dazu, um die Directionslinien zu verändern, und die Friction zu vermindern, die ungleich gröser sein würde, wenn man die Last über einen unbeweglichen Cylinder ziehen wolte (§. 73.).

## §. 140.

Wenn um eine Rolle A, Tab. V. fig. 36, ein Seil DCBE gehet, so, daß DC und EB

Tan=

Tangenten sind, in D aber das Seil befestiget, und an dem Mittelpunkt A der Rolle eine Last Q, an dem andern Punkt E hingegen eine Kraft P angebracht ist: So verhält sich die Kraft P zur Last Q, wie der Radius der Rolle AB zur Sehne BC, die von dem einen Berührungspunkt der Tangente bis zu dem Berührungspunkt der andern Tangente gezogen wird.

Beweis.

Der Ort in D, wo das eine Ende des Seils, zum Beispiel an einen Nagel befestiget ist, thut eben das, was eine an das Ende D des Seils angebrachte Kraft thun würde, und daher sind an den Enden D und E des Seils zwei Kräfte D und P, und diese halten die Rolle A, daß sie nach der Linie AF nicht sinken kan, wenn nur diese Kräfte mit der Last Q im Gleichgewicht sind, die Directionslinien EB und DC aber schneiden einander, wenn sie verlängert werden, in dem Punkt F. Fält man nun aus dem Punkt A auf EF und DF die Perpendikularlinien AB und AC: So ist AB = AC (§. 406. der Markscheidek.), und wenn man CB von einem Berührungspunkt der Tangenten bis zum andern ziehet, so ist in dem △ ABC der ∠ ABC = ∠ ACB (§. 550. der Markscheidek.), und, weil der ∠ ABF = ∠ ACF (§. 577. und 495. der Markscheidek.), der ∠ CBF = ∠ BCF (§. 87. der Markscheidek.), folglich BF = CF, (§. 554.

der

der Markscheidek.), und, weil AF perpendikular (§. 43.), CFB aber ein gleichschenkelichter Triangel ist, CB horizontal (§. 414. der Markscheidek.), und der ∠ CFA = dem ∠ BFA, und CH = BH (§. 554. der Markscheidek.). Geschiehet es nun, daß die Kraft P, oder die Last Q das Uebergewicht bekomt: So bewegt sich die Rolle in dem ersten Augenblik um den Punkt C, und demnach ist in C der Ruhepunkt, in H die Last Q nach der Directionslinie HQ, und in B die Kraft P nach der Directionslinie BP angebracht, folglich CHB ein Hebel der andern Art. Fält man daher von dem Ruhepunkt C auf die Directionslinie EF der Kraft P, die Perpendikularlinie CG: So ist, weil vermöge des erwiesenen CH auf FH senkrecht ist, $P : Q = CH : CG$ (§. 109. und 124.). Nun sind aber AB und CG einander parallel, weil sie beide auf einer dritten perpendikular sind (§. 544. der Markscheidek.), und daher ist der ∠ ABC = dem ∠ BCG (§. 525. der Markscheidek.), es ist aber auch der ∠ AHB = dem ∠ CGB (§. 495. der Markscheidek.), und daher ist $AB : BH = CB : CG$ (§. 586. der Markscheidek.), und $CG = \frac{BH.CB}{AB}$ (§. 240. der Markscheidek.), es ist aber auch ferner BH = CH (vermöge des erwiesenen), und daher ist $CG = \frac{CH.CB}{AB}$ (§. 25. der

Markscheidek.). Vorhin war P : Q = CH : CG: Sezt man daher vor CG die Gröse $\frac{CH. CB}{AB}$; So ist P : Q = CH : $\frac{CH. CB}{AB}$ (§. 25. der Markscheidek.): Und multiplicirt man die andere Verhältnis mit AB; So ist P : Q = CH. AB : CH. CB (§. 215. der Markscheidek.). Dividirt man iezt aber auch in dieser der andern Verhältnis mit CH: So ist P : Q = AB : CB (§. 216. und 306. der Markscheidek.), und Q : P = CB : AB (§. 380. N. 2. der Markscheidek.).

Aus der Kraft P, dem Radio der Rolle AB, und der Sehne BC, oder der Last Q, dem Radio AB der Rolle, und der Sehne BC läst sich also sehr leicht die Kraft, oder die Last finden.

Es sei P = 3, AB = 1, und CB = $1\frac{3}{4}$: So ist 1 : $1\frac{1}{4}$ = 3 : $5\frac{1}{4}$, also $5\frac{1}{4}$ die gesuchte Last, odei es sei Q = $5\frac{1}{4}$, AB = 1, und CB = $1\frac{3}{4}$: So ist $1\frac{3}{4}$ : 1 = $5\frac{1}{4}$ : 3 (§. 240. der Markscheidek.), also 3 die gesuchte Kraft.

Weil das Gewicht der Rolle selbst in ihren Schwerpunkt A fält (§. 46.): So muß man die-

ses von der gefundenen Last abziehen, wenn man die eigentliche Last wissen will, hingegen aber das Gewicht der Rolle zu der gegebenen Last addiren, wenn man die eigentliche Kraft finden soll.

## §. 141.

Wenn die Tangenten BD und CP, Tab. V. fig. 37, einander parallel, also auf BC senkrecht sind: So wird der Winkel CFB, Tab. V. fig. 36 = 0, und in eben dieser Figur der Winkel CAB = $180^{o}$, folglich CB, Tab. V. fig. 37, eine gerade Linie, und ein Diameter, welcher 2 AB gleich ist (§. 408. der Markscheidek.). In diesem Fall ist also P : Q = AB : 2 AB, oder, da 2 AB = CB, P : Q = AB : CB, das ist P : Q = 1 : 2, und Q : P = 2 : 1 (§ 380. N. 2. und 408. der Markscheidek.), welche Wahrheit dann auch, da BAC ein Hebel von der andern Art, und in B der Ruhepunkt, in A die Last Q, und in C die Kraft P ist, aus dem 90. §. erhellet.

Auch hier läst sich aus der gegebenen Kraft P, oder Last Q, die Last, oder Kraft leicht finden.

Es sei P = 6: So ist, da AB = 1, und CB = 2, 1 : 2 = 6 : 12, also 12 die gesuchte Last, oder es sei Q = 12, so ist, da AB = 1, und CB = 2, 2 : 1 = 12 : 6 (§. 240. der Markscheidek.), also 6 die gesuchte Kraft.

Man muß auch hier das Gewicht der Rolle von der gefundenen Last abziehen, wenn man die eigentliche Last wissen will, hingegen aber das Gewicht der Rolle zur gegebenen Last addiren, wenn man die eigentliche Kraft finden soll (§. 140.).

§. 142.

Bei einer Rolle von der andern Art verhält sich also stets die Kraft zur Last, wie der Radius der Rolle zu der Sehne, die von dem Berührungspunkt des einen Seils, bis zu dem Berührungspunkt des andern Seils gezogen werden kan, unter der Last aber ist zugleich das Gewicht der Rolle (§. 140. und 141.). Weil aber der ∠ BEC ein rechter Winkel ist (§. 562. der Markscheidek.), und BC > BE (§. 558. der Markscheidek.): So ist auch der Diameter die gröste Sehne (§. 407. der Markscheidek.), und dieser die Sehne von einem Berührungspunkt des Seils bis zu dem andern, wenn die Seiler einander parallel sind (§. 141.). Demnach hat auch die Kraft P die meiste Gewalt, wenn die Seiler an dieser Rolle einander parallel sind.

§. 143.

Aus dem 142. §. ist klar, daß P: Q = AB: CB, Tab. V. fig. 36. Wenn man daher die Kraft P in E, als einen Nagel ansiehet, der eben so viel trägt, als diese Kraft, und gedenket sich statt des

Nagels

Nagels in D eine Kraft V: So ist V : Q = AC : CB (§. 142.) Nun ist aber in der ersten Proportion P. CB = Q. AB, und in der andern V. CB = Q. AC (§. 228. der Markscheidek.), und daher ist, da CB = CB (§. 27. der Markscheidek.), und AB = AC (§. 406. der Markscheidek.), V = P (§. 89. der Markscheidek.), und es trägt also der Nagel in D allemal so viel, als die Kraft P in E. Beide kan man demnach als zwei gleiche Kräfte ansehen, und die Seiler werden von der Last Q gleich stark gespant.

Weil ferner P: Q = AB: CB, und V: Q = AC: CB, (§. 142.), AB aber = AC (§. 406. der Markscheidek.), und CB = CB (§. 27. der Markscheidek.): So ist sowol P: Q = AB: CB, als V: Q = AB: CB (§. 25. der Markscheidek.). Nun ist aber CB stets kleiner, als der Diameter, wenn die Directionslinien der Kräfte in einem Punkt F zusammen kommen (§. 142.), folglich der Radius AB gröser, als die Hälfte von CB, und daher ist auch in diesem Fall so wol die Kraft in V als E gröser, als die halbe Last Q (§. 217. der Markscheidek.), und zwar die eine um so viel, als wie die andere. Wenn hingegen die Directionslinien der Kräfte auf dem Diameter senkrecht stehen; So ist CB, Tab. V. fig. 37, der Diameter (§. 142.): Da nun dieser noch einmal

so gros ist, als der Radius AB; So ist auch so wol die Kraft P, als V die Hälfte der Last Q.

§. 144.

Weil P : Q = AB : CB (§. 142.), Tab. V. fig: 36. und 37: So ist $\frac{P}{Q} = \frac{AB}{CB}$ (§. 217. der Markscheidek.), und, wenn man beiderseits mit Q multiplicirt, $P = \frac{AB}{CB} Q$ (§. 89. und 305. der Markscheidek.). Da aber auch Q : P = CB : AB (§. 380. N. 2. der Markscheidek.), und $\frac{Q}{P} = \frac{CB}{AB}$ (§. 217. der Markscheidek.): So ist, wenn man beiderseits mit P multiplicirt, $Q = \frac{CB}{AB} P$ (§. 89. und 305. der Markscheidek.). Demnach findet man auch die Kraft P, wenn man den Radium AB der Rolle durch die Sehne CB dividirt, oder beide auf einen Bruch bringt, und diesen mit der Last Q multiplicirt, die Last Q hingegen, wenn man die Sehne von einem Berührungspunkt der Rolle bis zu dem andern durch den Radium der Rolle dividirt, und den Quotienten mit der Kraft P multiplicirt, eben diese Last aber ist auch der Druk auf die Unterlage in A.

Es

Es sei in der 36. Figur $AB = 1$, $CB = 1\frac{3}{4}$, und $Q = 5\frac{1}{4}$, so ist $\frac{AB}{CB} Q = 1$ dividirt durch $1\frac{3}{4}$, multiplicirt mit $5\frac{1}{4}$, oder 1 dividirt durch $\frac{7}{4}$ multiplicirt mit $5\frac{1}{4}$, das ist $\frac{4}{7} . 5\frac{1}{4}$, oder $\frac{4}{7} . \frac{21}{4} = \frac{84}{28} = 3$, also 3 die Kraft. Es sei ferner in dieser Figur $AB = 1$, $CB = 1\frac{3}{4}$, und $P = 3$, so ist $\frac{CB}{AB} P = 1\frac{3}{4}$ dividirt durch 1, multiplicirt mit 3, oder $\frac{7}{4}$ dividirt durch 1, multiplicirt mit 3, das ist $\frac{7}{4} . 3 = \frac{21}{4} = 5\frac{1}{4}$.

Es sei ferner in der 37. Figur $AB = 1$, $CB = 2$, und $Q = 12$: So ist $\frac{AB}{CB} Q = \frac{1}{2} . 12 = 6$, also 6 die gesuchte Kraft, oder es sei in eben dieser Figur $AB = 1$, $CB = 2$, und $P = 6$: So ist $\frac{CB}{AB} P = \frac{2}{1} . 6 = 12$, also 12 die gesuchte Last. Aber auch bei dieser Berechnung muß man, wenn man die eigentliche Kraft finden soll, das Gewicht der Rolle zu der gegebenen Last addiren, hingegen aber von der gefundenen Last abzie-

hen, wenn man die eigentliche Last wissen will (§. 140. und 141.).

§. 145.

Wenn man verschiedene Rollen E, G, I, und D, F, H in Scheeren AB und CD, die man Kloben nent, Tab. V. fig. 38, über einander befestiget, so, daß sie sich um ihre Polzen in diesen Scheeren bewegen können (§. 138.), an den einen Kloben AB aber einen Hakken A macht, und von diesem ein Seil um die nechste Rolle D in dem andern Kloben, von diesem aber wieder eben das Seil um die nechste Rolle E des vorigen Klobens schläget, u. s. w., mithin ein Kloben mit seinen Rollen über den andern zu stehen komt: So nent man diese Maschine, welche man an einen starken Hakken B hängt, wenn man sie gebrauchet (§. 59.), einen Flaschenzug (polysbastus), und an diesem bringt man an dem Ende des Seils die Kraft P, an dem untern Kloben aber die Last Q an. Zuweilen nent man ihn auch nur einen Kloben. Betrachtet man an einem solchen Kloben die erste Rolle D des untern Klobens: So ist in A, wo sie befestiget ist, der Ruhepunkt, in dem Mittelpunkt D die Last Q, und in K die Kraft 8, demnach aber gehört diese Rolle zu der andern Art (§. 138.). Betrachtet man nun auch die Rolle E in dem obern Kloben: So ist in K die eine Kraft, in M aber die andere Kraft, und es

es gehört diese Rolle zur ersten Art (§. 138.). Betrachtet man ferner, daß man sich M, als einen festen Punkt gedenken kan, woran die Rolle F in dem untern Kloben hängt: So ist in F die Last Q, und in N die Kraft, und es gehört diese Rolle wieder zu der andern Art, die Rolle G in dem obern Kloben aber, wobei in N die eine, und in O die andere Kraft ist, zu der Rolle der ersten Art, und so weiter. In einem Flaschenzug gehören also die obern Rollen zu den Rollen der ersten Art, die untern hingegen zu den Rollen der andern Art. Die obern Rollen sind also alle Rollen der ersten Art, diese aber vermehren die Kraft nicht (§. 139.), bei einer ieden untern Rolle hingegen, die alle Rollen von der andern Art sind, verhält sich die Kraft zur Last, wie 1 zu 2 (§. 141.). Der Hakken A an dem einen Kloben, wodurch man beide Kloben vermittelst des Seils zusammen hängt, ist bald an dem obern Kloben, Tab. V. fig. 38. und 39, und bald an dem untern Kloben, Tab. VI. fig. 40. und 41, und es ziehet an den Flaschenzügen die Kraft P bald unter sich, Tab. V. fig. 38. und Tab. VI. fig. 40, und bald über sich, Tab. V. fig. 39, und Tab. VI. fig. 41. Ist der Hakken A, Tab. V. fig. 38, an dem obern Kloben, und die Kraft P ziehet unter sich: So ist, wenn das Seil stets von einer Rolle in einem Kloben auf die nechst folgende Rolle in dem andern Kloben, worauf aber noch kein Seil ist, gezogen

zogen wird, die Anzahl der Rollen in dem untern, und obern Kloben gleich. Ziehet hingegen in diesem Fall die Kraft P über sich, Tab. V. fig. 39.: So ist bei der vorigen Umschlagung des Seils in dem untern Kloben eine Rolle mehr, als wie in dem obern. Ist endlich dieser Hakken A an dem untern Kloben, Tab. VI. fig. 40, und die Kraft P ziehet, wenn das Seil auf die gedachte Art umschlagen wird, unter sich: So ist in dem obern Kloben eine Rolle mehr, als wie in dem untern, in dem obern hingegen sind in diesem Fall, so viele Rollen, als wie in dem untern, wenn die Kraft über sich ziehet, Tab. VI. fig. 41. Unter diesen Umständen ist also der Fall gerade umgekehrt. Damit sich bei den Flaschenzügen die Seiler nicht an einander reiben: So macht man, wie die Figuren zeigen, iedes folgende Paar Rollen um etwas gröser.

§. 146.

Wenn eine Kraft P, Tab. V. fig. 38, eine Kraft Q an einem Flaschenzug erhält: So verhält sich iene, zu dieser, wie 1 zu der doppelten Zahl der untern Rollen, oder wie 1 zu der Zahl der neben einander um die untern Rollen liegenden Seiler.

Beweis.

Wenn an dem Kloben CD kein Gewicht hängt, und es ziehet die Kraft P an dem Seil P 1; So ziehet

ziehet eben diese Kraft P das Seil S 2 über sich: Und wenn man sich gedenkt, daß das Seil R 3 an 4 an einem Nagel befestiget ist; So ist die Last, welche die Kraft P in S erhalten kan, $= \frac{RS}{RH}$ P (§. 144.), und es ist so wol das Seil S 2, als R 3 mit einerlei Kraft P gespant (§. 143.). Stelt man sich also vor, daß der Nagel 4 wieder weg sei: So wird das Seil R 3 noch mit eben der Kraft P gezogen (§. 143.), und es ziehet auch an dem Seil U 5 eben diese Kraft P über sich. Demnach ist, wenn man sich abermal vorstelt, daß das Seil T 6 in 7 an einen Nagel befestiget sei, die Last, welche die Kraft P in U erhält, $= \frac{TU}{TF}$ P (§. 144.), und es werden die Seiler U 5, und T 6 wieder mit einerlei Kraft P gespant (§. 143.). Gedenkt man sich nun, daß der Nagel 7 wieder weg sei: So wird das Seil T 6 noch mit eben der Kraft P gezogen (§. 143.), und es ziehet auch an dem Seil K 8 eben diese Kraft P. Da nun das Seil A V an A befestiget ist: So ist die Last, welche die Kraft P in K erhält, $= \frac{VK}{VD}$ P (§. 144.), das Seil A V aber, so, wie das Seil K 8 mit einer Kraft P gespant (§. 143.), und so kan man, wenn mehrere Rollen da sind, von einer auf die andere und

stets

stets weiter schliesen. Wenn man diesemnach an den Kloben CD ein Gewicht $Q = \frac{RS}{RH} P + \frac{TU}{TF} P + \frac{VK}{VD} P$, oder $\left(\frac{RS}{RH} + \frac{TU}{TF} + \frac{VK}{VD}\right) P$ hängt; So ist dieses mit der Kraft P im Gleichgewicht: Und da $1 . Q = \left(\frac{RS}{RH} + \frac{TU}{TF} + \frac{VK}{VD}\right) P$; So ist auch $1 : \frac{RS}{RH} + \frac{TU}{TF} + \frac{VK}{VD} = P : Q$ (§. 131. der Markscheidek.). Es verhält sich also an einem Flaschenzug die Kraft zur Last, wenn beide im Gleichgewicht sind, wie 1 zu der Summe der Quotienten, die herauskommen, wenn man bei ieder untern Rolle die Sehne von einem Berührungspunkt des Seils bis zu dem andern durch den Radium dieser Rolle dividirt. Da nun die Seiler, besonders, wenn der untere Kloben CD von dem obern AB weit entfernt ist, einander beinahe parallel sind, und daher die Sehnen RS, TU und VK von den Durchmessern der untern Rollen wenig unterschieden sind (§. 142.): So ist auch $\frac{RS}{RH} = 2$, $\frac{TU}{TF} = 2$, und $\frac{VK}{VD} = 2$ (§. 408. der Markscheidek.), folglich $1 : 2 + 2 + 2 = P : Q$ (§. 25. der Markscheidek.), und demnach verhält sich, da bei einer ieden untern Rollen

stets

stets der Quotient 2 herauskomt, die Kraft zur Last, wie 1 zu der doppelten Anzahl der untern Rollen, oder, weil an ieder untern Rolle zwei Seiler ziehen, und ein iedes Seil, wenn die Seiler parallel sind, und die Zahl der untern Rollen n ist, $\frac{1}{2n}$ Q trägt (§. 143.), wie 1 zu der Anzahl der neben den untern Rollen liegenden Seilern.

Man kan also aus der Zahl der untern Rollen, und aus der gegebenen Last Q die Kraft P, aus der gegebenen Zahl der untern Rollen aber und der Kraft P die Last Q finden, wenn man nur zu der doppelten Anzahl der untern Rollen, 1, und der Last Q, oder zu 1, der doppelten Anzahl der Rollen, und der Kraft P die vierte geometrische Proportionalzahl findet (§. 240. der Markscheidek.).

Es sei die Anzahl der Rollen = 3, die Last Q = 300; So ist $6 : 1 = 300 : \frac{300}{6}$, also 50 die gesuchte Kraft P: Oder es sei die Zahl der Rollen = 3, die Kraft P = 50; So ist $1 : 6 = 50 : 50.6$, also 300 die gesuchte Kraft Q. In dem ersten Fall darf man also nur die gegebene Last durch die doppelte Zahl der untern Rollen, oder die Zahl der Seiler dividiren, in dem andern hingegen hat man nur nötig, daß man die gegebene Kraft mit der doppelten Zahl der untern Rollen, oder mit der

Zahl

Zahl der Seiler multipliciret (§. 247. der Markscheidek.).

Weil der untere Kloben CD eine wirkliche Last ist: So muß man denselben in dem ersten Fall zu der gegebenen Last addiren, wenn man die eigentliche Kraft P wissen will, hingegen aber in dem andern Fall von der gefundenen Last Q abziehen, wenn man die eigentliche Last finden soll (§. 140. und 141.).

## §. 147.

Verbindet man die beiden Kloben AB, und CD, Tab. VI. fig. 42, so mit einander, daß die Rollen neben einander zu liegen kommen: So bleiben die Seiler einander stets parallel, und die Kraft P verhält sich zur Last Q genau, wie 1 zu der Zahl der Seiler, allein diese Flaschenzüge sind bei ihrem Gebrauch sehr unbequem.

## §. 148.

Weil sich bei dem Flaschenzug die Anzahl der untern Rollen zu 1 verhält, wie die Last zur Kraft (§. 146.), also, wenn die doppelte Anzahl der untern Rollen n, die Last Q, und die Kraft P ist, $n : 1 = Q : P$, so ist auch $\frac{n}{1} = \frac{Q}{P}$, folglich die Last Q dividirt durch die Kraft P die doppelte Anzahl der untern Rollen, und demnach bekomt

man

man zu einer gegebenen Last und Kraft die Anzahl der untern Rollen, wenn man die Last durch die Kraft, den herauskommenden Quotienten aber durch 2 dividirt. Eben so viele Rollen nun hat auch der obere Kloben, wenn die Kraft unter sich ziehet, und der Hakken, wodurch sie zusammengehängt sind, an dem obern Kloben ist, oder die Kraft über sich ziehet, und der Hakken sich an dem untern Kloben befindet, die Anzahl der obern Rollen bekomt man hingegen, wenn die Kraft über sich ziehet, und der Hakken, wodurch sie zusammen gehängt werden, an dem obern Kloben ist, wenn man eine Rolle von den untern abziehet, eine aber dazu addirt, wenn die Kraft unter sich ziehet, und dieser Hakken an dem untern Kloben ist (§. 145.). Es sei die Kraft $P = 50$, und die Last $Q = 300$, so ist $\frac{Q}{P} = \frac{300}{50} = 6$, und $\frac{6}{2} = 3$, also 3 die Anzahl der untern Rollen, und so viele Rollen bedarf man auch in den beiden ersten Fällen zu dem obern Kloben, in dem dritten Fall hingegen braucht man in demselben eine weniger, in dem vierten aber eine mehr.

§. 149.

Der Raum, durch welchen bei einem Flaschenzug die Last bewegt wird, verhält sich zum Raum,

Raum, durch den sich die Kraft bewegt, wie die Kraft zur Last.

**Beweis.**

Wenn die Last Q, Tab. V. fig. 38, durch einen gewissen Raum, den wir r nennen wollen, bewegt wird: So wird das Seil VA, K 8, 6 T, U 5, 3 R, und S 2, um einen eben so grosen Raum kürzer, also das ganze Seil um so vielmal kürzer, als die doppelte Zahl der untern Rollen, oder die Zahl der um sie gehenden Seiler Einheiten in sich fast. Es kommen aber alle diese Verkürzungen in 1 P zusammen, und daher ist der Raum 1 P der Anzahl der Verkürzungen gleich, wenn man den Raum der Last mit der doppelten Anzahl der untern Rollen, oder mit der Zahl der neben ihnen liegenden Seilern multipliciret, und es verhält sich der Raum, durch den die Last bewegt wird, zum Raum, wodurch sich die Kraft bewegt, wie 1 zu der doppelten Anzahl der untern Rollen, oder der Zahl der neben ihnen liegenden Seiler. Nun verhält sich aber bei einem Flaschenzug die Kraft zur Last, wie 1 zu der doppelten Anzahl der untern Rollen, oder der Zahl der neben ihnen liegenden Seiler (§. 146.), und daher verhält sich auch bei einem Flaschenzug der Raum, durch welchen die Last bewegt wird, zu dem Raum, durch welchen sich die Kraft bewegt, wie die Kraft zur Last (§. 212. der Markscheidek.).

§. 150.

Die Räume, durch welche die Last und Kraft bei einem Flaschenzug bewegt werden, verhalten sich also eben so, wie bei dem Hebel (§. 105.), und was man an der Gröse der Kraft gegen die Gröse der Last gewint, das verliert man an dem Raum der Last gegen den Raum der Kraft (§. 106.).

§. 151.

Wenn in dem Mittelpunkt A, Tab. VI. fig. 43. 44. und 45, einer Rolle BC, ein Cylinder DE senkrecht auf BC befestiget ist, so, daß sich dieser Cylinder mit der Rolle, wenn iener in D und E unterstüzt ist, drehen, an der Peripherie des Cylinders DE aber eine Last Q, an der Peripherie der Rolle BC hingegen eine Kraft P angebracht werden kan: So heist diese Maschine ein **Rad** (Axis in peritrochio), und zwar ein stehendes, oder ein vertikales, wenn der Cylinder, wie in der 43. Figur, mit dem Horizont parallel liegt, hingegen ein liegendes, wenn dieser Cylinder mit dem Horizont einen schiefen Winkel macht fig. 44, oder auf ihm senkrecht stehet, welches leztere man dann ein Horizontalrad nennet fig. 45. Der Cylinder DE heist die **Welle**, oder der **Wellbaum**, und die Axe dieser Welle die Axe des **Rades** (§. 444. der Markscheidek.). Die Stifte bei D und E der Welle werden die Zapfen genennet, ihre nach den Zapfen

ausgehöhlte Unterlagen aber die Zapfenlager. Eine Welle ohne Rad heist eine Walze. Ist die Rolle nach einem aus dem Mittelpunkt beschriebenen Cirkel ausgeschnitten, also, wie in diesen Figuren, ein ausgehöhlter Cylinder: So heist dieser der Kranz, dieser aber wird durch Stüzzen BC, FG, und HI, die durch die Welle gehen, und welche man Armen nent, unterstüzt.

§. 152.

Da man die Kraft in der Peripherie des Rades auf verschiedene Art anbringen, ia auch verschiedene Arten der Kräfte gebrauchen kan (§. 31.): So bekommen auch daher die Räder verschiedene Gestalten, das Wesentliche derselben aber bleibt stets einerlei.

§. 153.

Wenn durch die Welle eines Rades blose Arme gehen, und dasselbe mit keinem Kranz versehen ist: So kan solches an den Enden dieser Arme mit Menschenhänden bewegt werden, und diese Maschine nent man einen Haspel. Liegt bei einem solchen Haspel die Welle AB, Tab. VI. fig. 46, horizontal (§. 414. der Markscheidek.): So heist dieser Haspel ein Kreuzhaspel (Succula). Sind an diesem; Statt der Arme, an den beiden Enden, den Zapfen A und B der Welle, Tab. VII. fig. 47, zwei Kurbeln, oder Haspelhörner AEF und BCD, wodurch

durch man den Haspel mit den Händen umdrehen kan, angebracht: So heist er ein Hornhaspel, bei den Bergwerken, wobei er am häufigsten gebraucht wird, schlechtweg ein Haspel. Stehet die Welle AB, Tab. VII. fig. 48, senkrecht: So wird dieser Haspel ein stehender Haspel, eine Erdwinde, ein Göpel, oder ein Tummelbaum (Ergata) genent. Sind endlich vorn auf dem Kranz eines stehenden Rades Handhaben, oder Hörner AB befestiget, Tab. VII. fig. 49, und zwar so, daß iedes in einem Radio des Rades stehet, wodurch man dann dieses Rad drehen kan, oder sind zwischen einem doppelten Kranz eines Rades, welche Kränze eine gewisse Entfernung von einander haben, Spillen AB, Tab. VII. fig. 50, eingesezt, wodurch man das Rad drehen kan: So heist dieser Haspel ein Radhaspel. Durch Tretten kan auch ein Rad, das einen Kranz hat, von Menschen bewegt werden, wenn man bei einem liegenden Rad auf die Oberfläche des Rades, bei einem stehenden aber inwendig in den Kranz Leisten AB befestiget, Tab. VII. fig. 51. und 52, woran man dann bei dem Fortschreiten fest stehen, und dadurch das Rad umdrehen kan. Diese Räder heisen Tretträder.

§. 154.

Auch durch Thiere, durch Pferde, Ochsen und Esel kan man ein Rad bewegen, und dieses geschie-

het, wenn ein solches Thier, eben so, wie ein Mensch, ein schiefliegendes, oder ein stehendes Rad, Tab. VII. fig. 51. und 52, durch Tretten bewegt, oder wenn ein solches Thier über einem vertikalen Rad stehet, und dasselbe durch Tretten mit den Hinterfüsen bewegt, Tab. VII. fig. 53. Man kan auch an einen Arm an der Erdwinde (§. 153.) Pferde spannen, und dann heist diese ein **Pferdegöbel.**

§. 155.

Es kan ferner ein Rad, das einen Kranz hat, durch ein, um seinen Kranz, der vorn ausgehöhlt ist, geschlungenes Seil bewegt werden, welches ein Seilrad heist, oder man kan ein Rad durch andere leblose Körper, durch Wasser und Wind bewegen. Jene heisen **Wasserräder**, diese aber **Windmühlen**, wobei die durch die Welle gehende Armen, woran leinen Tuch ausgebreitet ist, damit man den Wind auffangen kan, **Windflügel** heisen. Bei ienem werden an den Kranz, damit das Wasser aufgefangen, und das Rad bewegt werden könne, Bretter befestiget, die der Direction des Wassers entgegen stehen, und diese heisen Schaufeln (Palmulae). Fält bei einem solchem Rad das Wasser von oben auf die Schaufeln, und drehet sich dieses Rad nach der Gegend um, wohin das Wasser fliest: So heist es ein oberschlächtiges **Wasserrad** (Rota directa), Tab. VII. fig. 54, und zwar ein halb ober-

oberschlächtiges, wenn das Wasser nicht über dem Rad, aber in einer merklichen Höhe frei auf die Schaufeln fält. Fliest hingegen das Wasser nur unter dem Rad weg, und drehet es sich nach der Gegend um, woher das Wasser fliest: So wird es ein unterschlächtiges Wasserrad (Rotá retrograda) genennet, Tab. VII. fig. 55, und Tab. VIII. fig. 56. Liegt ein Wasserrad horizontal, und fält das Wasser von der Seite auf die Schaufeln, Tab. VIII. fig. 57: So heist es ein horizontales Wasserrad. Fält bei einem oberschlächtigen Wasserrad das Wasser über ihm ein, und sind drei Kränze neben einander, die Schaufeln aber zwischen den einen zwei Kränzen so gestelt, daß sich das Rad nach der Gegend, wohin das Wasser fliest, umdrehen kan, zwischen den andern zwei Kränzen hingegen so, daß sich das Rad, wenn das Wasser auf dasselbe fält, auch nach der Gegend drehet, woher das Wasser fliest: So heist es ein Kehrrad, Tab. VIII. fig. 58. Diese gebraucht man bei Bergwerken. An den oberschlächtigen Wasserrädern sind die Schaufeln zwischen zwei neben einander liegenden Kränzen senkrecht auf diese Kränze eingesezt, diese zwei Kränze aber sind inwendig in dem Rad durch einen Boden zusammen gehängt, und es wird also das Wasser, welches vornehmlich durch seine Schwere wirkt, in Kästen aufgefangen. Sind diese Räder sehr niedrig, und dabei sehr weit, stehen nemlich die zwei

Kränze sehr weit, und über 4 Fus von einander: So heisen sie Walzenräder. Das unterschlächtige Wasserrad hat entweder einen, oder zwei neben einander liegende Kränze. In ienem Fall sind die Schaufeln vorn an dem Kranz, an der Stirne eingesezt, in diesem aber sind dieselbe zwischen die Kränze befestiget, und sie haben keinen Boden. Ein Rad von der ersten Art nent man ein Straubrad, Tab. VII. fig. 55, ein Rad von der andern Art aber ein Staberrad, Tab. VIII. fig. 56. Diese leztere gebraucht man gemeiniglich bei grosen Flüssen, und einem sehr geringen Fall des Wassers, sie werden aber in diesem Fall sehr weit gemacht, da sie dann Pansterräder, und zwar Ziehepanster heisen, wenn sie bei grosem Wasser in die Höhe gezogen werden können, hingegen aber Stokpanster, wenn die Hauptwelle auf den unbeweglichen Zapfenlagern stets liegen bleibt. Bei diesen Rädern ersezt die Menge des Wassers, welche in das Rad wirket, den Mangel am Fall. Bei den unterschlächtigen Rädern stehen die Schaufeln in der Fläche, die durch die Axe des Rades geleget werden kan, und es wirkt das Wasser überhaupt nur durch den Stos.

Damit man das Wasser hemmen, und auf diese Wasserräder führen könne: So schüzt man dasselbe durch eine quer durch den Fluß gehende Wand, einen Damm, den man ein Grundwerk, oder ein Wehr nent. Die Horizontalfläche, die man sich

durch

durch den höchsten Punkt des Wehrs gedenket, heist die Wehrlatte. Bei hölzern Wehren ist es die Oberfläche des obersten Holzes auf dem Wehr. Von dem Wehr leitet man das Wasser bey oberschlächtigen Rädern allemal erst durch besondere lange, neben dem Fluß an den Gebirgen her geführte Graben, und dann durch Gerinne, oder Fluter, bei unterschlächtigen Rädern hingegen zuweiln gleich vom Wehr durch Gerinne, durch alsdann sogenante Böderige, oder das Wasserbett auf die Räder. Es machen diese Böderige einen Winkel mit dem Horizont, und diese Neigung heist der Kropf, der höchste quer durch das Wasser in dem Böderig gelegte Balken aber der Fachbaum. Wird das Wasser bei den unterschlächtigen Rädern gleich von dem Wehr durch die Böderige auf die Räder geführet; So liegen die Oberflächen der Wehrlatte, und des Fachbaums in einer Höhe, und sie sind eins: Ist hingegen das Wehr von dem Böderige bei diesen Rädern entfernt; So läst man dem Wasser von der Wehrlatte bis zum Fachbaum etwas Fall, damit desto mehr Wasser auf die Räder kommen möge. Bei den Mahlmühlen heist das Gerinne, wodurch das Wasser auf das Rad geführet wird, auch das Mahlgerinne, bei iedem Wasserrad aber das Gerinne, wodurch das überflüssige Wasser weggewiesen wird, das Wüstengerinne, der Abfall, oder der Flutgang, das

Flutloch, der Freilauf, oder das Flutbett. Die Kröpfe an den Böderigen werden bei den Strauberrädern nach dem Cirkel des Rads eingerichtet. Vor dem Böderig stehet eine aus Posten, aus sogenanten Griessäulen, zusammen gesezte Wand, zwischen welchen die Schuzbretter in Falsen herunter gelassen werden, wenn das Wasser nicht auf das Rad kommen soll, und diese Wand heist das Grieswerk, oder die Schuzwand. Den Fall bei dem unterschlächtigen Wasserrad von der Oberfläche des Fachbaums, bis auf den Spiegel des Wassers unter dem Rad, nent man den trokkenen Fall, die Höhe des gespanten Wassers aber, in welcher es durch die Schuzbretter gehalten wird, den Wasserstand, und die Höhe des fliesenden Wassers auf dem Fachbaum den nassen Fall. Liegen die Oberflächen der Wehrlatte und des Fachbaums in einer Höhe: So ist auch der Fall von der Wehrlatte bis auf den Spiegel des Wassers unter dem Rad der trokkene Fall. Bei dem oberschlächtigen Rad heist die Höhe zwischen dem Gerinne, und dem Spiegel des Wassers unter dem Rad das Gefälle. Gemeiniglich läst die Obrigkeit einen Pfahl in die Erde schlagen, dessen Oberfläche stets weist, wie hoch die Oberfläche der Wehrlatte, oder die höchste Horizontalfläche des Wehrs gelegt werden darf, und dieser heist der Mahl- Sicher- oder Eichpfahl. Dem Besizzer der Mühle ist zuweiln erlaubt, die

Wehr-

Wehrlatte einen Zoll höher zu legen, und dieser Zoll heist der Erb = Nehr = oder Zehrzoll. Wenn die Oberflächen der Wehrlatte und des Fachbaums in einer Höhe liegen: So stehet die Oberfläche des Eichpfahls mit der Oberfläche des Fachbaums in einer Horizontalfläche. Da das Wasser unter dem Rad, das Hinter = oder Schwellwasser, bald höher, und bald tiefer stehet: So ist auch der trokkene Fall nicht stets ein und eben derselbe, man untersucht ihn aber gemeiniglich, wenn man gewöhnlich groses Wasser hat. Der nasse Fall ist noch ungewisser, und dieser ändert sich, wie sich die Menge des Wassers ändert. Die Oberfläche des Eichpfahls, welche mit der Oberfläche der Wehrlatte, der höchsten Oberfläche des Wehrs, in einer Horizontalfläche liegt, ist also die sicherste Richtschnur, wornach man den Fall eines Rades beurteilen kan. Fliest ein Wasser sehr geschwind: So sagt man, daß es lebendig, hingegen aber, daß es tod sei, wenn es sich sehr langsam bewegt. Endlich bemerken wir noch, daß ein unterschlächtiges Wasserrad, welches blos dazu dienet, um Wasser in die Höhe zu bringen, ein Schöpfrad heist.

§. 156.

Wenn ein Rad dem andern, das nicht mit ihm an einer Welle ist, die Bewegung mitteilen soll: So müssen an dem Kranz des einen Erhöhungen,

an dem Kranz des andern aber Vertiefungen sein, damit das eine in das andere greifen, und dasselbe bewegen könne, dieses aber wird durch sogenante Zähne, oder Kammen (dentes, paxilos) möglich. Stehen die Zähne an der Stirne des Kranzes, also in der Ebene des Rades, und zwar nach dem Radio dieses Rades; So heist das Rad ein Stirn- oder Sternrad, Tab. VIII. fig. 59: Sind die Zähne daran spiz, und zurück gebogen; So wird es ein Stell- oder Sperrad genennt, Tab. VIII. fig. 60, welches dann bei der Bewegung einer Maschine durch eine Sperrklinke, oder einen sogenannten Geisfus fortgeschoben wird. Stehen die Kammen senkrecht auf der Seite des Kranzes, also auf der Ebene des Rades: So wird ein solches Rad ein Kamrad, oder Kronrad genent, Tab. VIII. fig. 61. Bestehet ein Rad aus zwei Kränzen, und zwischen ihm sind die Kammen a b, Tab. VIII. fig. 62, die Triebstökke heisen; So heist es ein Trilling, ein Kumpf aber, wenn die Triebstökke selbst in der Welle befestiget sind, Tab. VIII. fig. 63. Wenn mehrere Räder in einander greifen: So sind bei dem Rad, woran die Bewegung anfängt, gemeiniglich zwei Räder an einer Welle, wovon das kleinere in das dritte greift, welches dann das Getriebe genent wird. Wenn endlich ein Rad blos dazu dienet, um die Bewegung zu erhalten, so heist es ein Schwungrad.

§. 157.

§. 157.

Bei einem ieden Rad, welches in seiner Mitte aufliegt, wird an der Peripherie der Welle die Last, an der Peripherie des Rades aber die Kraft angebracht. Da man sich also in dem Mittelpunkt der Welle stets den Ruhepunkt, in einem Punkt der Peripherie der Welle die Entfernung der Last, und in einem Punkt in der Peripherie des Rades die Entfernung der Kraft gedenken, folglich, wenn man von dem Ruhepunkt in den Punkt der Last und Kraft Linien ziehet, das Rad als einen Hebel vorstellen kan: So läst sich auch die Lehre von dem Hebel gänzlich auf die Räder anwenden. Wenn diesemnach die Kraft P, Tab. VIII. fig. 64, nach dem Tangenten CP, oder die Kraft F nach dem Tangenten EF, aber auch die Last Q nach dem Tangenten BQ angebracht ist: So ist auch bei dem Gleichgewicht P: Q = AB: AC, und F: Q = AB: AE (§. 577. der Markscheidek. und §. 88. und 108.). Nun ist aber AB der Radius der Welle, und AC = AE (§. 408. der Markscheidek.) der Radius des Rades, und daher verhält sich auch in diesem Fall **die Kraft zur Last, wie der Radius der Welle, zu dem Radio des Rades.**

Wenn hingegen die Kraft unter einem schiefen Winkel ACD, oder ACF, oder auch AIH, Tab. VIIII. fig. 65, aber auch die Last unter einem sol-

chen

chen Winkel, oder wie es gemeiniglich geschiehet, nach einer Tangente BQ angebracht ist: So verhält sich die Kraft zur Last verkehrt, wie die aus dem Mittelpunkt des Rads auf ihre Richtungslinien gezogene Perpendikularlinien, also D: Q = AB: AE, F: Q = AB: AG, und H: Q = AB: AF (§. 109.).

§. 158.

Wenn diesemnach bei einem Rad der Radius der Welle, der Radius des Rades, der Winkel, unter welchen die Kraft und die Last angebracht sind, und die Kraft gegeben ist; So kan man daraus vor das Gleichgewicht die Last, hingegen aber die Kraft finden, wenn iene Dinge, aber statt der Kraft die Last gegeben sind: Denn man darf nur im ersten Fall zu der Entfernung der Last, der Entfernung der Kraft, und der gegebenen Kraft, im andern aber zu der Entfernung der Kraft, der Entfernung der Last, und der gegebenen Last die vierte geometrische Proportionalzahl finden (§. 240. der Markscheidek.), das ist, im ersten Fall das Moment der Kraft durch den Radius der Welle, im andern aber das Moment der Last, welches ein und eben dasselbe Moment ist, durch den Radius des Rades dividiren (§. 88.). Im ersten Fall darf man auch nur, da $Q = \frac{AC}{AB} P$, Tab. VIII. fig. 65. (§. 144.),

(§. 144.), den Radius des Rades durch den Radius der Welle dividiren, und den Quotienten mit der Kraft multipliciren, im andern hingegen, da

$$P = \frac{AB}{AC} Q$$ (§. 144.), den Radius der Welle

durch den Radius des Rades dividiren, und den Quotienten, diesen Bruch, mit der Last multipliciren. Die Entfernung der Last, oder Kraft findet man, wenn diese unter einem schiefen Winkel ziehen, wenn man aus dem gegebenen Radio des Rades, oder der Welle, aus dem Winkel, unter welchem die Kraft, oder die Last ziehet, und aus dem rechten Winkel, den die Perpendikularlinie mit der Richtungslinie der Kraft oder Last macht, den Cathetum findet, welcher dem Winkel entgegen stehet, worunter die Kraft, oder die Last ziehet. So findet man aus dem Radio AC des Rades, dem ∠ DCB, und dem Winkel CEA, die Entfernung AE der Kraft, oder aus dem Radio AI des Rades, dem Winkel AIF, der mit dem gegebenen AIH einerlei Sinus hat (§. 831. der Markscheidek.), dem ∠ AFI die Entfernung AF der Kraft, auch aus dem Radio AC des Rades, dem ∠ ACG, und dem ∠ AGC die Entfernung AG der Kraft (§. 868. und 879. der Markscheidek.).

§. 159.

Ist die Kraft, die Last, und der Radius des Rades gegeben, und man sucht vor das Gleichgewicht den Radius der Welle; So hat man, da Q: P = AC: AB, Tab. VIII. fig. 64, nur nötig, daß man das Moment der Kraft durch die Last dividiret (§. 88.): Und ist Kraft, Last, und der Radius der Welle gegeben, und man sucht den Radius des Rades; So darf man nur, da P: Q = AB: AC, das eben so grose Moment der Last durch die Kraft dividiren (§. 88.). Weil, wenn P die Kraft, Q die Last, AB der Radius der Welle, und AC der Radius des Rades ist, Tab. VIII. fig. 64, P: Q = AB: AC, oder $\frac{P}{Q} = \frac{AB}{AC}$, folglich, wenn man mit AC multiplicirt, $\frac{P}{Q}$ AC = AB (§. 305. der Markscheidek.): So findet man auch den Radium der Welle, wenn man die Kraft durch die Last dividiret, und diesen Bruch mit dem Radio des Rades multipliciret. Da ferner Q: P = AC: AB (§. 380. N. 2. der Markscheidek.), oder $\frac{Q}{P} = \frac{AC}{AB}$, folglich, wenn man mit AB multiplicirt, $\frac{Q}{P}$ AB = AC: So bekomt man auch

den

den Radium des Rades, wenn man die Last durch die Kraft dividirt, und den Quotienten mit dem Radio der Welle multiplicirt.

## §. 160.

**Wenn verschiedene Räder in einander greifen, aus den gegebenen Radiis der Getriebe, und der Räder, und der Last, oder Kraft die Kraft, oder Last vor das Gleichgewicht zu finden.**

### Auflösung.

Wenn Q die gegebene Last, AC der Radius des ersten Rades, AB der Radius seines Getriebes, DE der Radius des andern Rades, DC der Radius seines Getriebes, FG der Radius des dritten Rades, FE der Radius seines Getriebes, HI der Radius des vierten Rades, HG aber der Radius seines Getriebes ist: So ist eine Kraft in C gehängt, die mit Q das Gleichgewicht hält, $= \frac{AB}{AC} Q$ (§. 144.). Diese sei V: So ist in C die Kraft $V = \frac{AB}{AC} Q$, und mit dieser Kraft V drukt, wenn man sich vorstelt, daß V nicht da wäre, der Zahn C an dem Rade AC den Zahn an dem Getriebe D des zweiten Rades nach der Tangente CV über sich, diese Kraft aber kan man als eine Last

an dem Getriebe CD ansehen. Wenn diesemnach eine Kraft X, die mit V das Gleichgewicht hält, in E über sich nach der Tangente EH angebracht ist: So ist $X = \frac{CD}{DE} V$ (§. 144.), aber $V = \frac{AB}{AC} Q$ (vermöge des schon erwiesenen), also $X = \frac{CD}{DE} \cdot \frac{AB}{AC} Q$ (§. 25. der Markscheidek.), und mit dieser Kraft drukt, wenn man sich vorstelt, daß die Kraft in H nicht da wäre, der Zahn E an dem Rade DE auf den Zahn an dem Getriebe F des dritten Rades, diese aber kan man wieder, als eine Last an dem Getriebe FE nach der Tangente EX ansehen. Wenn also eine Kraft in Y, die mit X das Gleichgewicht hält, in G unter sich nach der Tangente GY angebracht ist: So ist $Y = \frac{FE}{FG} X$ (§. 144.), nun ist aber $X = \frac{CD}{DE} \cdot \frac{AB}{AC} Q$ (vermöge des erwiesenen), und daher ist $Y = \frac{FE}{FG} \cdot \frac{CD}{DE} \cdot \frac{AB}{AC} Q$ (§. 25. der Markscheidek.), und mit dieser Kraft drukt, wenn man sich vorstelt, daß die Kraft Y nicht da wäre, der Zahn G an dem Rade FG den Zahn an dem Getriebe H des vierten Rades, diese aber

kan

kan man als eine Last nach GY an dem Getriebe HG des vierten Rades ansehen. Wenn also in I eine Kraft P ist, die mit Y das Gleichgewicht hält: So ist $P = \frac{HG}{HI} Y$, es ist aber $Y = \frac{FE}{FG} \cdot \frac{CD}{DE} \cdot \frac{AB}{AC} Q$ (vermöge des erwiesenen), und daher ist $P = \frac{HG}{HI} \cdot \frac{FE}{FG} \cdot \frac{CD}{DE} \cdot \frac{AB}{AC} Q$ (§. 25. der Markscheidek.). So nun kan man die Schlüsse bei mehreren Rädern stets weiter fortsezzen. Weil nun HG, FE, CD und AB die Radii der Getriebe, HI, FG, DE und AC aber die Radii der Räder sind, und Q die Last ist: So findet man auch die Kraft, wenn man jeden Halbmesser des Getriebes durch den Halbmesser seines Rades dividiret, und alle diese Quotienten in einander, aber auch das herausgekommene Produkt noch einmal mit der Last multiplicirt.

Sucht man die Last, und schliest von der gegebenen Kraft P, wie vorhin, auf die Last Q: So ist $Q = \frac{AC}{AB} \cdot \frac{DE}{CD} \cdot \frac{FG}{FE} \cdot \frac{HI}{HG} P$ (§. 144.). Auch diese Schlüsse kan man bei mehreren Rädern weiter fortsezzen, und, da AC, DE, FG, und HI die Radii der Räder, AB, CD, FE und HG hingegen die Radii der Getriebe sind, P aber die Kraft

ist: So findet man auch die Last, wenn man ieden Halbmesser des Rades durch den Halbmesser seines Getriebes dividirt, und alle diese Quotienten in einander, aber auch das Produkt mit der Kraft multiplicirt.

Weil, wenn man die Kraft suchet, $Q \cdot \frac{HG}{HI} \cdot \frac{FE}{FG} \cdot \frac{CD}{DE} \cdot \frac{AB}{AC} = P$: So ist auch, wenn man beiderseits mit HI, FG, DE und AC multiplicirt, Q (HG. FE. CD. AB) = P. (HI. FG. DE. AC) (§. 89. und 305. der Markscheidek.), und daher Q: P = HI. FG. DE. AC: HG. FE. CD. AB (§. 231. der Markscheidek.), oder HI. FG. DE. AC: HG. FE. CD. AB = Q: P. Wenn man diesemnach die Radii der Räder, und auch die Radii der Getriebe in einander multiplicirt, und zu dem Produkt der ersteren, zu dem Produkt der lezteren, und zu der gegebenen Last die vierte geometrische Proportionalzahl findet (§. 240. der Markscheidek.): So kan man auch dadurch die gesuchte Kraft finden.

Weil HI. FG. DE. AC: HG. FE. CD. AB = Q: P: So ist auch HG. FE. CD. AB: HI. FG. DE. AC = P: Q (§. 380. N. 2. der Markscheidek.). Wenn man diesemnach die Radii der Getriebe, und auch die Radii der Räder

Räder in einander multipliciret, und zu dem ersten und dem andern Produkt, und der gegebenen Kraft die vierte geometrische Proportionalzahl findet (§. 240. der Markscheidek.): So findet man auch hierdurch die gesuchte Last.

Es sei der Radius HI = 4, FG = 6, DE = 8, und AC = 10, der Radius HG = 2, FE = 2, CD = 2, und AB = 2, die Last Q aber = 600: So ist 4. 6. 8. 10 = 1920, und 2. 2. 2. 2 = 16, also 1920: 16 = 600: $\frac{16.\ 600}{1920}$ (§. 240. der Markscheidek.), folglich, wenn man wirklich dividirt, 5 die gesuchte Kraft.

Es sei alles, wie vorhin, gegeben, und die Kraft = 5: So ist 16: 1920 = 5: $\frac{1920.\ 5}{16}$ (der angeführte §.), also, wenn man wirklich dividirt, die gesuchte Last 600, wobei es sich dann von selbst verstehet, daß sich die Radii der Getriebe, und der Räder, wie auch Kraft und Last durch einerlei Maas ausmessen.

§. 161.

Weil $P = \frac{HG}{HI} \cdot \frac{FE}{FG} \cdot \frac{CD}{DE} \cdot \frac{AB}{AC} Q,$

oder $P = \frac{HG.\ FE.\ CD.\ AB}{HI.\ FG.\ DE.\ AC} Q$ (§. 160.), und das Produkt der Zähler ein Radius einer

Welle eines einzigen Rades, das Produkt der Nenner aber ein Radius dieses Rades sein kan (§. 144.): So kan man auch alle diese Räder in eins verwandeln, wenn man das Produkt der Zähler zu dem Radio der Welle, das Produkt der Nenner aber zu dem Radio ihres Rades annimt, woran dann eben die Last von eben der Kraft erhalten wird, umgewendet hingegen kan man ein gegebenes Rad in mehrere kleinere verwandeln, wenn man den Bruch, welcher die Verhältnis des Radii der Welle zu dem Radio des Rades ausdrukt, in so viele Factores zerfält, als man kleinere Räder machen will, da dann die Zähler der Factoren die Radii der Wellen, die Nenner dieser Factoren aber die Radii ihrer Räder sind. Diesemnach darf nur durch die Verhältnis des Radii der Welle zu dem Radio ihres Rades der Bruch gegeben sein, welcher anzeigt, was vor ein Teil die Kraft von der Last sei. Weil $Q = \frac{AC}{AB} \cdot \frac{DE}{CD} \cdot \frac{FG}{FE} \cdot \frac{HI}{HG} P$, oder $Q = \frac{AC.\ DE.\ FG.\ HI}{AB.\ CD.\ FE.\ HG} P$ (§. 160.): So ist von selbst klar, daß im ersten Fall, wenn man viele Räder in eins verwandeln will, das Produkt der Zähler der Radius eines einzigen Rades, das Produkt der Nenner aber der Radius seiner Welle ist, im andern Fall hingegen, in welchem ein Rad in mehrere verwandelt

wandelt werden soll, die Zähler der Factoren die Radii der Räder, die Nenner dieser Factoren hingegen die Radii ihrer Wellen sind.

Es sei HG = 2, FE = 2, CD = 2, AB = 2, und HI = 4, FG = 6, DE = 8, und AC = 10: So ist $\frac{HG. FE. CD. AB}{HI. FG. DE. AC} = \frac{2.2.2.2}{10.8.6.4}$ $= \frac{16}{1920}$, an einem Rad, also, woran die Welle = 16, und der Radius des Rades = 1920 ist, wird eben die Last von eben der Kraft erhalten; alle diese Räder sind demnach in Eins verwandelt. Ist hingegen ein Rad gegeben, an welchem 16 der Radius der Welle, und 1920 der Radius ihres Rades ist: So ist $\frac{16}{1920} = \frac{8}{64} . \frac{2}{30}$, es kan also dieses Rad in zwei zerteilt werden, und bei dem erstern ist der Radius der Welle 8, der Radius des Rades aber 64, bei dem andern hingegen der Radius der Welle 2, und der Radius des Rades 30. Es ist aber auch $\frac{16}{1920} = \frac{4}{32} . \frac{2}{10} . \frac{2}{6}$, und also der Radius der Welle des ersten Rades 4, sein Radius 32, der Radius der Welle des andern Rades 2, sein Radius 10, und der Radius der Welle des dritten Rades 2, sein Radius aber 6.

 Es

Es ist ferner $\frac{16}{1920} = \frac{2}{10} \cdot \frac{2}{8} \cdot \frac{2}{6} \cdot \frac{2}{4}$, also der Radius der Welle des ersten Rades 2, sein Radius 10, der Radius der Welle des andern Rades 2, sein Radius 8, der Radius der Welle des dritten Rades 2, sein Radius 6, und der Radius der Welle des vierten Rades 2, sein Radius aber 4. Es ist hieraus klar, daß, wenn man viele Räder macht, bei einem iedem der Radius seines Getriebes weniger mal in dem Radio seines Rades enthalten ist, und folglich die Räder um desto kleiner werden.

Es gibt keine Räder, wobei sich der Radius der Welle zu dem Radio ihres Rades verhält, wie $\frac{16}{1920}$, $\frac{8}{64}$, $\frac{2}{30}$, und $\frac{4}{32}$: Denn die Wellen würden in diesem Fall die Last des Rades nicht tragen können; wir haben inzwischen das Exempel des vorigen §. gern beibehalten, und dadurch nur die vorgetragene Wahrheit umständlicher erläutern wollen. Ein anderes Exempel ist dieses: Es sei der Radius der Welle des einen Rades = 1 Fus, der Radius seines Rades aber = 4 Fus, der Radius der Welle des andern Rades = 2 Fus, und der Radius seines Rades = 6 Fus: So ist $\frac{1 \cdot 2}{4 \cdot 6} = \frac{2}{24}$, und ein Rad, dessen Radius der Welle 2 Fus,

dessen

dessen eigener Radius aber 24 Fus ist, wirkt bei einerlei Kraft so viel, als die ersteren zwei Räder. Wäre an einem Rade der Radius der Welle 2 Fus, und der Radius ihres Rades 24 Fus: So ist $\frac{2}{24} = \frac{1}{4} \cdot \frac{2}{6}$, also der Radius der Welle des ersten Rades 1 Fus, sein Radius aber 4 Fus, und der Radius der Welle des andern Rades 2 Fus, sein Radius aber 6 Fus.

§. 162.

Weil ieder Zahn eines Rades, welches ein anderes umtreibet, einen Zahn oder Triebstok von diesem fortwälzet: So sind auch alle Zähne, oder Triebstökke in dem leztern fortgewälzet, oder es ist einmal herum gegangen, wenn so viele Zähne von dem ersteren Rade in das leztere gegriffen haben, als Zähne, oder Triebstökke in diesem dem leztern Rade sind, und demnach drehet sich bei einer Umdrehung des ersteren Rades das leztere so vielmal herum, als wie vielmal die Zahl der Zähne von ienem die Zahl der Zähne oder Triebstökke von diesem in sich fasset, oder wie vielmal die Zahl der Zähne oder Triebstökke vom lezteren Rade in der Zahl der Zähne vom ersteren Rade enthalten ist. Wenn man daher die Zahl der Zähne oder der Triebstökke in dem Rade, welches von einem andern umgetrie-

ben wird, in die Zahl der Zähne von diesem dividirt: So zeigt der Quotient, wie vielmal ienes Rad herum gehet, bis dieses einmal herum komt.

Es seien in dem Rade AC, Tab. VIIII. fig. 66, zwei und siebenzig, in dem Getriebe DC aber 12 Zähne: So drehet sich das Getriebe DC mit seinem Rade sechsmal herum, bis das Rad AC einmal herum komt.

Wenn mehr, als zwei Räder in einander greifen: So gehet das zweite so vielmal mehr herum, als das erste, als so vielmal seine Zähne oder Triebstökke in den Zähnen des lezteren enthalten sind, das dritte gehet so oft herum, als seine Zähne oder Triebstökke in den Zähnen des andern enthalten sind, und das vierte gehet so oft herum, als seine Zähne oder Triebstökke in den Zähnen des dritten Rades enthalten sind, u. s. w. Das lezte Rad gehet also um so vielmal mehr herum, als das erste, als iedes Rad mehrmal herum gehet, als das erste, und demnach findet man, wie vielmal das leztere Rad herum gehet, bis das erstere einmal herum komt, wenn man die Zahlen, welche anzeigen, um wie vielmal ein iedes Rad mehr herumgehet, als das erstere, in einander multipliciret, diese Zahlen aber erhält man, wenn man die Zähne iedes Rades durch die Zähne oder Triebstökke des Rades dividiret, in die es eingreift.

Es

Es habe das Rad AC, Tab. VIIII. fig. 66. 72, CD aber 12 Zähne, das Rad DE 60, FE aber 12 Zähne, das Rad FG 48, HG aber 12 Zähne: So ist die Umdrehung des zweiten, bis das erste einmal herum komt $= \frac{72}{12} = 6$, die Umdrehung des dritten $= \frac{60}{12} = 5$, und die Umdrehung des vierten $= \frac{48}{12} = 4$, also die Umdrehung des vierten, bis das erste einmal herum komt, $6 . 5 . 4 = 120$, und es gehet das lezte Rad 120 mal herum, bis das erste einmal herum komt.

§. 163.

Weil die Zahl heraus komt, um wie vielmal das lezte Rad herum gehet, bis das erste einmal herum komt, wenn man die Zahlen in einander multipliciret, welche anzeigen, wie vielmal ein iedes Rad herum gehet, bis das einmal herum komt, wovon es umgetrieben wird (§. 162.): So kan man auch, wenn ein Rad um eine gegebene Zahl herum gehen soll, bis das erstere einmal herum komt, die Einrichtung dieser Maschine leicht finden, wenn man nur diese Zahl in so viele Factores zerfält, als man Getriebe haben will, da dann ieder Factor ein Quotient ist, der heraus komt, wenn man die Zähne eines Getriebes in die Zähne des Rades dividiret,

diret, welches in dieses Getriebe eingreift. Je mehr Getriebe man nun macht, ie weniger Zähne bekomt man in ein Rad, und ie kleiner werden die Räder.

Es soll zum Beispiel ein Getriebe 120 mal herum gehen, bis das erste Rad einmal herum komt: So darf man vorerst nur ein Rad machen, das 120 mal mehr Zähne hat, als dieses Getriebe, also 600 Zähne, wenn das Getriebe 5 Zähne, oder Triebstökke hat, und demnach braucht man nur ein Getriebe. Es läst sich aber auch die Zahl 120 in die Factores 4, 5, und 6 zerfällen, und man braucht also drei Getriebe, bei dem ersten aber muß das Rad, welches in dasselbe eingreift, 4 mal mehr Zähne, bei dem andern 5 mal mehr Zähne, und bei dem dritten 6 mal mehr Zähne haben. Gesezt nun, das erste Getriebe habe 12 Zähne oder Triebstökke, so muß das Rad, welches in dasselbe eingreift, 48 Zähne, das Rad, welches in das andere Getriebe eingreift, wenn es auch 12 Triebstökke hat, 60 Zähne, und das Rad, welches in das dritte Getriebe eingreift, wenn dieses ebenwol 12 Triebstökke hat, 72 Zähne haben.

§. 164.

**Bei dem Rade an der Welle verhält sich der Raum, den die Kraft durchläuft, zum Raum, den die Last durchläuft, wie die Last zur erhaltenden Kraft.**

Beweis.

Beweis.

Es sei in B, Tab. VIIII. fig. 67, die Kraft, und in C die Last, und es bewege sich die Kraft B von B in D: So wird die Last aus C in E kommen, also bewegt sich die Kraft um den Bogen BD, die Last aber wird um den Bogen CE gehoben, es ist aber der ∠BAD = ∠CAE, und daher haben die Bogen BD und CE zu ihren Peripherien einerlei Verhältnis (§. 479. und 492. der Markscheidek.), und es ist BD: P = CE: p, oder BD:CE=P: p (. §. 233. der Markscheidek.), es ist aber auch ferner AB: P = AC: p (§. 714. der Markscheidek.), und AB: AC = P: p (§. 233. der Markscheidek.), und daher ist BD: CE = AB: AC (§. 212. der Markscheidek.). Nun verhält sich aber auch Q: P = AB: AC (§. 88.), und daher ist BD: CE = Q: P (§. 212. der Markscheidek.). Weil nun BD der Raum der Kraft, und CE der Raum der Last ist: So verhält sich bei dem Rad an der Welle der Raum der Kraft, zum Raum der Last, wie die Last zu der erhaltenden Kraft.

**Auch wenn mehrere Räder in einander greifen: So verhält sich der Raum, den die Kraft durchläuft, zu dem Raum, durch den die Last bewegt wird, wie die Last zur erhaltenden Kraft.**

Denn

Denn wenn sich das Rad OIR, Tab. VIIII. fig. 66, einmal herum bewegt: So komt auch der Umfang des Getriebes H einmal herum, und es wird der Punkt G bis in K bewegt, wenn GK dem Umfang des Getriebes gleich ist. Diesemnach ist vermöge des schon erwiesenen GK: OIR = GH: HI, und, da $\frac{GK}{OIR} = \frac{GH}{HI}$ (§. 217. der Markscheidek.), so ist, wenn man beiderseits mit OIR multiplicirt, $GK = \frac{GH}{HI} OIR$ (§. 89. und 305. der Markscheidek.). Es ist aber auch, wenn EL dem Bogen Er gleich, und dieser dem Bogen GK ähnlich ist, EL: GK = FE: FG, oder, $\frac{EL}{GK} = \frac{FE}{FG}$, und daher ist, wenn man beiderseits mit GK multiplicirt, $EL = \frac{FE}{FG} GK$, GK aber ist $= \frac{GH}{HI} OIR$, und daher ist $EL = \frac{FE}{FG} \cdot \frac{GH}{HI} OIR$. Es ist ferner, wenn MC = Cs, und Cs ∽ EL, MC: EL = CD: ED, oder $\frac{MC}{EL} = \frac{CD}{ED}$, und daher ist, wenn man beiderseits mit EL multiplicirt, $MC = \frac{CD}{ED} EL$,

EL

EL aber ist $= \frac{FE}{FG} \cdot \frac{GH}{HI}$ OIR, und daher ist

$MC = \frac{CD}{ED} \cdot \frac{FE}{FG} \cdot \frac{GH}{HI}$ OIR. Noch ferner ist, wenn Bt ∽ MC, Bt: MC = AB: AC, oder $\frac{Bt}{MC} = \frac{AB}{AC}$, und daher ist, wenn man beiderseits mit MC multiplicirt, $Bt = \frac{AB}{AC}$ MC, MC aber ist $= \frac{CD}{ED} \cdot \frac{FE}{FG} \cdot \frac{GH}{HI}$ OIR, und daher ist $Bt = \frac{AB}{AC} \cdot \frac{CD}{ED} \cdot \frac{FE}{FG} \cdot \frac{GH}{HI}$ OIR: Wenn man nun beiderseits mit AC, ED, FG, und HI multiplicirt: So ist Bt (AC. ED. FG. HI) = (AB. CD. FE. GH) OIR, und Bt: OIR = AB. CD. FE. GH: AC. ED. FG. HI (§. 231. der Markscheidek.), aber auch OIR: Bt = AC. ED. FG. HI: AB. CD. FE. GH (§. 380. N. 2. der Markscheidek.). Nun verhält sich aber auch Q: P = AC. ED. FG. HI: AB. CD. FE. GH (§. 160.), und daher ist OIR: Bt = Q: P (§. 212. der Markscheidek.). Weil nun OIR der Raum der Kraft, Bt der Raum der Last, Q die Last, und P die erhaltende Kraft ist: So verhält sich auch bei den Rädern, die in einander greifen, der Raum der Kraft

zum

zum Raum der Last, wie die Last zur erhaltenden Kraft.

§. 165.

Wenn eine Kraft P, Tab. VIIII. fig. 68, eine Last Q auf einer schiefliegenden Fläche GHIE erhält (§. 420. der Markscheidek.): So verhält sich die Kraft zur Last, wie der Sinus des Winkels BEK, den die schiefe Fläche GE mit dem Horizont FE macht, zu dem Cosinu des Winkels ACE, den die Directionslinie AC der Kraft, und die schiefe Fläche CE mit einander machen, der Druk AL *aber*, den wir S nennen wollen, welchen in diesem Fall die schiefe Fläche leidet, verhält sich zu Q, wie der Sinus des ∠ CAB, zum Sinu des ∠ (CAB—BEK), S: P hingegen = Sinu des ∠ CAB: Sinu des ∠ BEK.

Beweis.

Es sei A der Mittelpunkt der Schwere des Körpers A, und AB die Directionslinie der Last Q, die Directionslinie AP der Kraft P aber in einer senkrechten Ebene CAB durch AB, die zugleich auf GHIE senkrecht ist (§. 420. der Markscheidek.): So ist AP die eine, und AK die andere Seitenkraft, AD perpendikular auf GE aber die Richtung der mittlern Kraft, und wenn man AD vor die mittlere Kraft annimt, und durch D mit AC, und AB Parallellinien DB und DC ziehet, so ist

Q:

Q: P = AB: AC, es ist aber AB: AC = Sin. DAC: Sin. DAB (§. 120.), und daher ist auch Q: P = Sin. DAC: Sin. DAB (§. 25. der Markscheidek.), es ist aber, weil der ∠ ALE = ∠ BKE, und der ∠ ABL = ∠ EBK (§. 495. und 492. der Markscheidek.), der △ ABL ∽ dem △ BEK, und daher ist der ∠ DAB = ∠ BEK (§. 586. der Markscheidek.), folglich Q: P = Sin. DAC: Sin. BEK (§. 25. der Markscheidek.). Nun ist aber der ∠ ALC ein rechter Winkel, und daher ist der Sin. DAC = Cosin. ∠ ACE (§. 838. der Markscheidek.), folglich Q: P = Cosin. ACE: Sin. BEK (§. 25. der Markscheidek.), oder P: Q = Sin. BEK: Cosin. ACE (§. 380. N. 2. der Markscheidek.). Es ist aber der Sin. BEK der Sinus des Winkels, den die schiefe Fläche GHIE mit dem Horizont FE, der Cosin. ACE aber der Cosinus des Winkels, den die Direction AC der Kraft P mit der schiefen Ebene CE macht, und daher verhält sich auch bei der schiefliegenden Fläche die Kraft zur Last, wie der Sinus, den die schiefe Fläche mit dem Horizont macht, zu dem Cosinu des Winkels, den die Directionslinie der Kraft mit der schiefen Fläche macht.

Wenn die Directionslinie AP der Kraft, Tab. VIIII. fig. 69, die schiefe Fläche nicht über D nach DG, sondern unter D nach DE in M schneidet: So

So ist vermöge des erwiesenen Q: P = Sin. DAC: Sin. BEK, oder, da ∠ DAC = ∠ ALB (§. 525. der Markscheidek.), Q: P = Sin. ∠ ALB: Sin. ∠ BEK, es haben aber der ∠ ALB, und BLD einerlei Sinum (§. 831. der Markscheidek.), und daher ist Q: P = Sin. ∠ BLD: Sin. ∠ BEK. Nun ist aber der ∠ DBL = ∠ AMB (§. 525. der Markscheidek.), und der ∠ ADB ist ein rechter Winkel, und daher ist der Sin. BLD der Cosin. des ∠ AMB, also Q: P = Cosin. AMB: Sin. BEK, und P: Q = Sin. ∠ BEK: Cosin. ∠ AMB (§. 380. N. 2. der Markscheidek.). Fält die Directionslinie der Kraft P in die Directionslinie AK der Last, also C, Tab. VIIII. fig. 68, in B, Tab. VIIII. fig. 69, so ist der ∠ ACE, Tab. VIIII. fig. 68, der ∠ ABE, Tab. VIIII. fig. 69. und der Cosin. ABE = Cosin. ABD (§. 831. der Markscheidek.) = Cos. KBE (§. 492. der Markscheidek.) = Sin. ∠ BEK, folglich Q: P = Cosin. KBE, oder Sin. BEK: Sin. BEK, und es ist also in diesem Fall Q = P (§. 217. der Markscheidek.).

Aus dem 122. §. ist klar, daß AD: AB, oder S: Q = Sin. ∠ CAB: Sin. des ∠ DAC, oder Sin. des ∠ (CAB — DAB) Tab. VIIII. fig. 68. Nun ist aber vermöge des schon erwiesenen der ∠ DAB = Winkel BEK, und daher ist auch S: Q = Sin. ∠ CAB: Sin. des ∠ (CAB — BEK)

BEK) (§. 25. der Markscheidek.). Aus eben dem 122. §. erhellet aber auch, daß AD: AC oder S: P = Sin. des ∠ CAB: Sin. des ∠ DAB, es ist aber der ∠ DAB = ∠ BEK (vermöge des erwiesenen), und daher ist S: P = Sin. ∠ CAB: Sin. des ∠ BEK.

Weil, wie erwiesen ist, Q: P = Cosin. ACE: Sin. BEK, also Cosin. ACE: Sin. BEK = Q: P: So kan man auch, wenn der Winkel ACE, worunter die Kraft ziehet, und der Winkel BEK, den die schiefe Fläche mit dem Horizont macht, aber auch die Last Q gegeben ist, die Kraft P finden. Und weil, wie erwiesen ist, P: Q = Sin. BEK: Cosin. ACE, also Sin. BEK: Cosin. ACE = P: Q; So kan man auch, wenn die ∠ BEK und ACE, und der Kraft P gegeben sind, die Last Q finden. Weil S: Q = Sin. des ∠ CAB: Sin. des ∠ (CAB—EBK), und also Sin. des ∠ CAB: Sin. des ∠ (CAB — EBK) = S: Q: So kan man auch aus den ∠ CAB, und BEK, und der mittlern Kraft S, die Last Q finden (§. 123.). Eben so kan man auch, da S: P = Sin. des ∠ CAB: Sin. des ∠ BEK, und Sin. des ∠ CAB: Sin. des ∠ BEK = S: P, aus den Winkeln CAB und BEK, und der mittlern Kraft S, die Kraft P finden (§. 123.). Da S: Q = Sin. des ∠ CAB: Sin. des ∠ (CAB — BEK), also Q: S = Sin. des ∠ (CAB — BEK):

Sin. des ∠ CAB (§. 380. N. 2. der Markscheidek.), und Sin. des ∠ (CAB — BEK): Sin. des ∠ CAB = Q: S: So kan man auch aus den ∠ CAB und BEK, und der Last Q, den Druk S, oder, da S: P = Sin. des ∠ CAB: Sin. des ∠ BEK, und P: S = Sin. des ∠ BEK: Sin. des ∠ CAB (der angef. §.), und Sin. des ∠ BEK: Sin. des ∠ CAB = P: S, aus den Winkeln BEK und CAB, und der Kraft P, den Druk S finden (§. 121.).

Die hier erwiesene Wahrheit, daß sich die Kraft zur Last verhält, wie der Sinus des Winkels, den die Fläche mit dem Horizont macht, zu dem Cosinu des Winkels, den die Directionslinie der Kraft mit der schiefen Fläche macht, ist allgemein, in den folgenden §. §. aber wollen wir dieselbe in zwei besonderen Fällen noch weiter aus einander sezzen.

## §. 166.

Wenn die Directionslinie AP der Kraft P, Tab. VIIII. fig. 70, dem Horizont EF parallel ist: So ist P: Q = FG: FE. Denn es ist P: Q = Sin. des ∠ BEK: Cosin. ACE (§. 165.), es ist aber, weil der ∠ CAD = ∠ ADb (§. 525. der Markscheidek.), und der ∠ DAb = ∠ BEK (§. 165.), der Cos. ∠ ACE = Cosin ∠ BEK (§. 525. der Markscheidek.), und daher ist P: Q = Sin. BEK: Cosin BEK (§. 25. der Markscheidek).

dek.). Nun ist aber der Sin. BEK: Cosin BEK, oder der Sinus BEK: Sinu KBE = BK: KE, oder FG: FE (§. 873. der Markscheidek.), und daher ist auch P: Q = FG: FE (§. 25. der Markscheidek.), das ist, es verhält sich, wenn die Directionslinie der Kraft dem Horizont parallel ist, die Kraft zur Last, wie die Höhe der schiefliegenden Fläche zu ihrer Grundlinie.

Da also FG:FE = P: Q; So kan man aus FG, FE, und der Kraft P, die Last Q, aber auch aus FE, FG und der Last Q die Kraft P finden, da FE: FG = Q: P. Es ist, wenn S der Druk nach AD ist, S: Q = Sin. LAb: DAL, oder Sin. AbD: Sin. ADb (§. 122.): Nun ist aber Sin. AbD: Sin. ADb = AD: Ab und daher ist S: Q = AD: Ab, es ist aber auch, da der △DbA ∽ dem △EGF, weil ∠DAb = ∠BEK (§. 165.), und ∠AbD = ∠EFG (§.495. und 586. der Markscheidek.), AD: Ab = EG: FE, und daher ist S: Q = EG: FE (§. 212. der Markscheidek.). Es verhält sich also der Druk der Last auf die Ebene zur Last, wie die Länge der schiefen Fläche zu ihrer Grundlinie. Weil auch S: P = Sin. LAb: Sin. DAb (§. 122.), oder, da ∠LAb = ∠AbD, S: P = Sin. AbD: Sin. DAb, und Sin. AbD: Sin. DAb = AD: Db: So ist auch S: P = AD: Db (§. 212. der Markscheidek.);

und da, weil der $\triangle DbA \backsim$ dem $\triangle GEF$, AD: Db = GE: GF, S: P = GE: GF. Es verhält sich also der Druk der Last auf die schiefe Fläche, zur Kraft, wie die Länge dieser Fläche zu ihrer Höhe.

Weil S: Q = EG: FE, also EG: FE = S: Q: So kan man auch aus der Länge EG, der Höhe FE, und dem Druk der Last S, die Last Q, und, weil FE: EG = Q: S (§. 380. N. 2. der Markscheidek.), aus FE, EG und Q den Druk S finden. Eben so kan man, weil S: P = GE: GF, also GE: GF = S: P, aus GE, GF, und S, die Kraft P, und, weil GF: GE = P: S, aus GF, GE, und P, den Druk S finden.

Wenn die Last Q in E ist, und A senkrecht über E stehet, und es wird die Last von der Kraft bis in G gebracht: So durchläuft die Kraft den Weg FE, und die Last wird um den Raum FG gehoben, also verhält sich der Raum der Kraft zum Raum der Last, wie FE zu FG, das ist, wie die Grundlinie zur Höhe der schiefen Fläche, also, weil P: Q = FG: FE, und Q: P = FE: FG, der Raum der Kraft, zum Raum der Last, wie die Last zur erhaltenden Kraft (§. 212. der Markscheidek.).

§. 167.

Wenn die Directionslinie AP, Tab. VIIII. fig. 71, der Kraft P der schiefen Fläche GE parallel

rallel ist: So ist P: Q = FG: GE. Denn, wenn AP parallel mit GE ist; So ist bei C, Tab. VIIII. fig. 68, gar kein Winkel, und es ist ACE = 0, also der Cosius ACE = Cosin. 0 = Sinu toto (§. 839. der Markscheidek.), diesemnach ist P: Q = Sinu des ∠ DAB, oder BEK: Sinu toto (§ 165.), BEK aber: Sin. tot. = FG: GE (§. 868. und 873. der Markscheidek.), und daher ist P: Q = FG: GE (§. 212. der Markscheidek.). In diesem Fall verhält sich also die Kraft zur Last, wie die Höhe der schiefen Fläche zu ihrer Länge. Diese Wahrheit wird sonst auch so klar. Die nach AB drukkende Last AB des Körpers läst sich in die Kräfte AD, und AL zerlegen: Jene seie N, diese P; So ist N: P = Sin. ABD: Sin. DAB (§. 120.), und, da Sin. ABD: Sin. DAB = N: P, $P = \frac{N. \text{Sin. } DAB}{\text{Sin. } ABD}$, aber auch, da Sin. DAB: Sin. ABD = P: N, $N = \frac{P. \text{Sin. } ABD}{\text{Sin } DAB}$, und demnach sind diese beiden Kräfte der Last Q äquipollent (§. 118.): Nun widerstehet aber der Kraft $N = \frac{P. \text{Sin. } ABD}{\text{Sin. } DAB}$ die Fläche GHIE, wenn D noch innerhalb des Grundes der Last Q fält (§. 45.), dem Druk $P = \frac{N. \text{Sin. } DAB}{\text{Sin. } ABD}$

aber wiederstehet nichts, wenn daher nach AP eine Kraft $P = \frac{N. \text{Sin. } DAB}{\text{Sin. } ABD}$ ziehet: So kan der Körper Q, dessen Kraft in die Kräfte N und P zerlegt ist, nicht fallen, sondern er muß ruhen. Es ist also P: Q = AL oder DB: AB, nun ist aber, da der △ DAB ∽ dem △ FGE (§. 165.), DB: AB = FG: GE (§. 586. der Markscheidek.), und daher ist auch P: Q = FG: GE (§. 212. der Markscheidek.).

Da FG: GE = P: Q; So kan man aus FG, GE, und P, die Last Q finden: Und weil GE: FG = Q: P; So findet man auch aus GE, FG, und Q, die Kraft P. Weil, wenn AD = S, S: Q = Sin. ABD: Sin. ADB (§. 122.), und Sin. ABD: Sin. ADB = AD: AB, so ist auch S: Q = AD: AB, es ist aber auch, da der △ DAB = dem △ GEF, AD: AB = FE: GE, und daher ist S: Q = FE: GE (§. 212. der Markscheidek.). Es verhält sich also der Druk zur Last, wie die Grundlinie zur Länge der schiefen Länge. Weil auch S: P = Sin. ABD: Sin. DAB (§. 122.), und Sin. ABD: Sin. DAB = AD: DB; So ist S: P = AD: DB: Und, da AD: DB = FE: FG; So ist auch S: P = FE: FG, und es verhält sich der Druk zur Kraft, wie die Grundlinie zur Höhe der schiefen Fläche.

Weil

Weil S: Q = FE: GE, und FE: GE = S: Q; So kan man aus FE, GE, und S, die Last Q finden: Und weil GE: FE = Q: S, aus GE, FE, und Q, den Druk S finden. Eben so kan man, weil S: P = FE: FG, und FE: FG = S: P, aus FE: FG, und S, die Kraft P, und, weil FG: FE = P: S, aus FG, FE, und P, den Druk S finden.

Wenn die Last Q über E und A mit E in einer senkrechten Linie ist, und es bewegt die Kraft P die Last Q bis in G: So durchläuft die Kraft den Weg GE, die Last aber wird um FG gehoben. Es verhält sich also der Raum der Kraft zum Raum der Last, wie GE: FG, das ist, wie die Länge der schiefen Fläche zu ihrer Höhe, also, weil P: Q = FG: GE, und Q: P = GE: FG, der Raum der Kraft, zum Raum der Last, wie die Last zur erhaltenden Kraft (§. 212. der Markscheidek.).

§. 168.

Weil der Sinus totus der gröste unter allen Sinus ist (§. 833. der Markscheidek.): So wirkt auch die Kraft in allen Fällen (§. 165. 166. und 167.) am mehrsten, wenn ihre Directionslinie der schiefen Fläche parallel ist, und es ist, wenn eine Last auf einer schiefen Fläche erhalten werden soll, dieienige die kleinste, deren Directionslinie der schiefen Fläche parallel ist.

Weil die Kraft P nicht mehr wirkt, als DB, Tab. VIIII. fig. 71, (§. 167.): So nent man auch DB die respective, und AB die absolute Schwere. Jene verhält sich also zu dieser, wie die Höhe zur Länge der schiefen Fläche (§. 167.).

§. 169.

Die Kraft P, Tab. VIIII. fig. 72, verhält sich zur Last Q, wie DH zu DG (§. 167.), und die Kraft in C verhält sich zur Last in P, wie AB zu AC (§. 157.). Wenn man daher die Last Q auf der schiefliegenden Fläche durch einen Haspel herauf windet: So wird die Kraft P um so viel vermindert, als AB kleiner ist, als AC, bei einem Haspel hingegen, woran die Last Q senkrecht hängt, Tab. X. fig. 73, verhält sich die Kraft zur Last, wie AB: AC (§. 157.), und hieraus begreift man, warum man bei einem Haspel zu einer Last, die senkrecht hängt, mehr Kraft gebrauchet, als zu einer Last, die auf einer schiefen Fläche herauf gezogen werden soll.

§. 170.

Ein dreiseitiges Prisma ABCDEF, Tab. X fig. 74, (§. 442. der Markscheidek.), an dessen Grundflächen ABC und EFD die Seitenflächen ACDE und BCDF gleiche, aber sehr spizze Winkel einschliesen, heist ein Keil, die Seitenfläche AEFB aber, welche der Schärfe CD, die iene

Seiten-

Seitenflächen mit einander machen, entgegen gesezt ist, der Rükken des Keils. Wenn die Grundflächen ABC und DEF gleich grose gleichschenkelichte Dreiekke, und AC, BC, DE, und DF, also auch die Seitenflächen ACDE und BCDF gleich sind: So heist der Keil ein gleichschenkelichter Keil, woran dann AB = EF die Breite des Rükkens ist. Man gebraucht die Keile, um andere Körper durch Stosen, Drukken, oder Schlagen aus einander zu treiben. Der gleichschenklichte Keil wird am meisten gebraucht, und daher wird auch gemeiniglich nur dieser in den mathematischen Schriften betrachtet.

§. 171.

Wenn in dem festen Körper EGHIKF, Tab. X. fig. 75, der bei D noch zusammenhängt, der Keil ABC stekt, so, daß der Rükken AB der Oefnung EF des Spaltes parallel ist, und die Seiten ED und DF des Spaltes gleich gros sind: So ist CE = CF, EL = FL, und CK gehet durch den Punkt D (§. 550. und 589. der Markscheidek.), die Seiten des Spaltes aber wiederstehen in E und F der Kraft P, welche den Keil nach der Directionslinie DK in diesen Körper zu treiben suchet, und es ist, wenn ES und FO die Directionslinien des Wiederstandes sind, und die Seiten AC und BC

diese Directionslinien unter gleichen Winkeln CES, und CFO schneiden, der ∠DES = ∠DFO, weil der ∠DEC = ∠DFC, die Linien ES und FO hingegen schneiden sich in dem Punkt L der Linie DK (§. 85. 507. und 524. der Markscheidek.). Sezt man nun bei alle dem noch weiter voraus, daß der Wiederstand, den der Keil auf beiden Seiten leidet, in E und F gleich gros, und = Q, der Winkel, den die Directionslinie des Wiederstandes mit der Seitenfläche des Keils auf beiden Seiten macht, gleich, und P die Kraft sei, die den Keil nach der Directionslinie DK in den Körper treiben soll: So fragt sich, wie gros die Kraft P sein muß, um das Gleichgewicht zu unterhalten, wenn der Körper gehörig unterstüzt, der Wiederstand, den der Keil an den beiden Seiten leidet, nicht in Betrachtung gezogen, auch das Gewicht des Keils, im Fall DK senkrecht ist, bei Seite gesezt, oder zur Kraft P gerechnet wird.

## Auflösung.

Die Seite AC oder BC des Keils kan den Wiederstand in E, oder F von dem zu zerspaltenden Körper nur alsdann ganz aufhalten, wenn die Directionslinie EM, oder FM dieses Wiederstandes auf AC, oder BC senkrecht stehet (§. 167.): Wenn hingegen dieses nicht ist; So macht der senkrechte Gegen-

Gegendruk ET, oder FU der Seite AC, oder BC mit der Directionslinie ES, oder FO einen Winkel SET, oder OFU, und aus diesen beiden Kräften ET und ES, oder FU und FO entstehet eine dritte, die durch einen andern Wiederstand aufgehalten werden muß, wenn ein Gleichgewicht erfolgen soll. Weil EC = CF (§. 589. der Markscheidek.), der ∠ ECM = ∠ FCM (§. 550. der Markscheidek.), und der ∠ CEM = dem ∠ CFM (§. 495. der Markscheidek.): So schneiden auch die Linien EM und FM einander in den Punkt M der Linie DK, und es ist der ∠ EMC = ∠ FMC (§. 505. der Markscheidek.), es ist aber auch der ∠ EMC = ∠ FMC = ∠ CAK, weil der ∠ CEM = ∠ CKA, und ∠ ECM = ∠ ACK (§. 27. und 548. der Markscheidek.). Da also die Winkel EMC, und FMC gleich sind: So zerlegt sich die nach KC wirkende Kraft P in zwei andere gleiche Kräfte (§. 119.), die nach den Directionslinien ET und FU wirken. Es sei eine iede von diesen Kräften = R: So ist Sin. EMF: Sin. EMC = P: R (§. 122.), oder, da der ∠ EMF = ∠ 2 EMC = ∠ 2 A, und ∠ EMC = ∠ A, Sin. 2 A: Sin. A = P: R, und demnach $R = \frac{P.\,\text{Sin. } A}{\text{Sin. } 2\,A}$ (§. 240. der Markscheidek.) = $\frac{P}{2\,\text{Cos. } A}$. Jezt seien EN, und FN in den will-

kührlichen Punkt N der Linie KN gezogen: So ist der $\angle ENC = \angle FNC$ (§. 524. der Markscheidek.), und es entstehet, da ES die Directionslinie des Wiederstands Q auf dieser Seite, ET aber die Directionslinie der Kraft R ist, aus den Kräften ET und ES eine mittlere Kraft nach der Linie EN. Diese nun sei X: So ist Sin. NES: Sin. SET = R: X (§. 122.), also $X = \frac{R. \text{Sin. } SET}{\text{Sin. } NES}$ (§. 240. der Markscheidek.), und Sin. NET: Sin. NES = Q: R (§. 120.), also $R = \frac{Q. \text{Sin. } NES}{\text{Sin. } NET}$ (§. 240. der Markscheidek.). Auf eben die Art entstehet auch, da OF die Directionslinie des Wiederstands Q auf dieser Seite, FU aber die Directionslinie der Kraft R ist, aus den Kräften FU und FO noch eine mittlere Kraft nach der Linie FN. Diese sei x: So ist Sin NFO: Sin. OFU = R: x (§. 122.), also $x = \frac{R. \text{Sin. } OFU}{\text{Sin. } NFO}$ (§. 240. der Markscheidek.) $= \frac{R. \text{Sin. } SET}{\text{Sin. } NES} = X$, und Sin. NFU: NFO = Q:R (§. 120.), also auf dieser Seite $R = \frac{Q. \text{Sin. } NFO}{\text{Sin. } NFU} = \frac{Q. \text{Sin. } NES}{\text{Sin. } NET}$. Nun ist aber der beiden Kräfte X und x mittlere

Rich-

Richtung DN, und diese ist, wie voraus gesezt, unterstüzt, und daher ist ein Gleichgewicht. Sezt man iezt die beiden Werthe von R einander gleich: So ist $\frac{P}{2 \text{ Cos. } A} = \frac{Q. \text{ Sin. } NES}{\text{Sin. } NET}$, und, wenn man beiderseits mit 2 Cos. A multiplicirt, die Kraft $P = \frac{2 Q. \text{ Cos. } A. \text{ Sin. } NES}{\text{Sin. } NET}$. Es ist aber der $\angle A = 90^{\circ} - \angle ACK$ (§. 543. der Markscheidek.), und daher ist $P = \frac{2 Q. \text{ Sin. } ACK. \text{ Sin. } NES}{\text{Sin. } NET}$, es ist aber auch der $\angle NET$, weil TE auf EC perpendikular ist, $= 90^{\circ} - \angle NEC$ (§. 543 der Markscheidek.), und daher ist $P = \frac{2 Q. \text{ Sin. } ACK. \text{ Sin. } NES}{\text{Cosin. } NEC}$ (§. 25. der Markscheidek.). Weil nun 2 Q die Summe des Wiederstands ist, den der Keil in E und F leidet: So muß man diese Summe durch den Sinum ACK, und den Sinum NES multipliciren, und das Produkt durch den Cosinum NEC dividiren, da man dann im Quotienten die Kraft P bekomt, die mit dem Wiederstand 2 Q im Gleichgewicht ist.

Die so eben gefundene Formel begreift einige besondere Fälle in sich, wobei man die zum Gleichgewicht erforderliche Kraft auf eine viel leichtere Art finden kan, und davon ist der erste dieser.

Wenn

Wenn die Directionslinie des Wiederstandes Q in E und F auf den Seiten AC und BC des Keils senkrecht stehet: So verhält sich die Kraft zum Wiederstand, wie der halbe Rükken AK des Keils zu seiner Seite AC, oder wie der ganze Rükken AB des Keils zu der Summe der doppelten Seite AC, oder der Summe der Seiten AC und BC. Denn wenn VE und Fv auf AC und BC senkrecht sind: So fält ES in EM, und FO in FM. Es ist also der ∠NES + NEF = 180°, und der Sin. ∠NES = Sin. des ∠NET = Cosin. NEC, weil TEC = 90° (§. 831. und 838. der Markscheidek.), es mag auch die Linie NE liegen, wie sie will. Diesemnach ist, wenn man in der zuvor erwiesenen Formel, statt Sin. NES, den Cos. NEC sezzet,

$$P = \frac{2\,Q.\ \text{Sin.}\ ACK\ \text{Cos.}\ NEC}{\text{Cosin.}\ NEC},$$ und, da im Zähler und Nenner Cos. NEC einander aufheben, P = 2 Q. Sin. ACK, und wenn man aus diesen eine Proportion macht, Sin. ACK: 1 = P: 2 Q (§. 231. der Markscheidek.), nun ist aber, wenn man den Sinum totum 1 sezzet (§. 847. der Markscheidek.), Sin. ACK: 1 = AK: AC (§. 873. der Markscheidek.), und daher ist AK: AC = P: 2 Q (§. 212. der Markschei-

scheidek.), und, weil AB = 2 AK, und AC + CB = 2 AC, AB: AC + CB = P: 2 Q.

Diese ist des Borelli Regel, und sie hat beim Holzspalten Statt, wenn der Keil so tief stekt, als der Spalt ist. Der andere Fall ist dieser.

Wenn die Directionslinie des Wiederstandes dem Rükken des Keils, die mittlere Richtung EN der Kräfte aber, die nach ES und ET drukken, der Länge KD des Keils parallel ist: So verhält sich die Kraft zum Wiederstand, wie der halbe Rükken des Keils zu seiner Länge, oder der ganze Rükken zu seiner doppelten Länge. Denn wenn die Directionslinien des Wiederstands dem Rükken des Keils parallel sind: So fallen ES und FO in EF, und es ist der ∠ NES = ∠ CEF = $90^{\circ}$, ∠ NEC aber = nEC = ACK, also, wenn man in der Formel $P = \frac{2\ Q.\ \text{Sin.}\ ACK.\ \text{Sin.}\ NES}{\text{Cosin.}\ NEC}$,

vor NES = $90^{\circ}$ = 1 (§. 847. der Markscheidek.), und vor Cosin. NEC den Cosin. ACK sezzet, $P = \frac{2\ Q.\ \text{Sin.}\ ACK}{\text{Cosin.}\ ACK}$, und, wenn man beiderseits mit Cosin. ACK multiplicirt, alsdann aber aus P. Cosin. ACK = 2 Q. Sin. ACK, eine Proportion macht, Sin. ACK: Cosin. ACK = P: 2 Q. Nun ist aber der Cosinus ACK der

Sinus

Sinus CAK, und Sin. ACK: Sin. CAK = AK: CK, und daher verhält sich auch AK: CK = P: 2 Q, oder, da AK: CK = 2 AK oder AB: 2 CK, AB: 2 CK = P: 2 Q. Diese ist des Mersenni Regel, der so viele Schriftsteller gefolgt sind.

§. 172.

Diese ist unter den gemachten Voraussezzungen die allgemeine Theorie von der Verhältnis der Kraft zum Wiederstand bei einem Keile, und so haben sie Bärmann und andere vorgetragen. Man siehet daraus leicht, daß man eine um desto geringere Kraft nötig habe, ie spizzer der Keil, das ist, ie kleiner sein Rükken ist, weil die Kraft P, wenn der Wiederstand 2 Q, und die Winkel NES, und NEC stets einerlei sind, um desto kleiner wird, ie kleiner der Winkel ACK ist. Die Gewölbsteine, Messer, Aexte, Letthauen, Keilhauen, Eisen, Fimmel, Schramspiese und Stufeisen (§. 8. der Grubenbauk.) sind nichts anders, als Keile, und daher leidet auch die Theorie des Keils auf diese Instrumente ihre Anwendung. Da sich inzwischen der Keil stets mit einer sehr starken Friction bewegt, die Kraft, welche auf ihn wirket, so leicht nicht zu bestimmen, zu dem aber der Wiederstand, und die Art und Weise, wie dieser auf den Keil wirket, durchaus schwer zu finden ist: So ist auch die Theorie von dem Keile noch sehr grosen Schwürigkeiten unterworfen.

§. 173.

§. 173.

Wenn man die Seite CB, Tab. X. fig. 76, eines Cylinders ABCD in gleiche Teile BE, EF, FG u. s. w. teilet, und in die Punkten E, F, G, u. s. w. Perpendikularlinien HE, IF, KG, u. s. w. fället, die der Peripherie des Cylinders gleich sind, auser dem aber die Hypothenusen HB, IE, KF, u. s. w. ziehet: So bekomt man die rechtwinkelichte Triangel HEB, IFE, KGF, u. s. w. Stelt man sich nun vor, daß alle diese Triangel um den Cylinder herum gewunden werden: So komt der Punkt H in den Punkt E, der Punkt I in den Punkt F, und der Punkt K in den Punkt G, u. s. w. und es machen die Hypothenusen aller dieser Triangel, wovon stets eine an die andere stöset, eine Spiral- oder eine Schraubenlinie, die in B anfängt, und sich in C endiget. Das Stük BH, welches in B anfängt, sich um den Cylinder schlinget, und in E aufhört, heist ein Gewinde, oder ein Schraubengang, die Entfernung BE die Höhe, oder Weite des Schraubengangs, der Cylinder ABCD die Spindel, und der Umfang der Grundfläche der Spindel der Umfang der Spindel. Zeichnet man ein Parallelogrammum ABCD auf das Papier, Tab. X. fig. 77, so, daß AB dem Umfang, BC aber der Höhe der Spindel gleich ist, und trägt auf BC und AD die Weiten BE, und AF der Schraubengänge, u. s. w. ziehet alsdann aber die Parallel-

linien AE, FG, HI, u. s. w., und klebt diesen Ris um die Spindel, so wird eine Schraubenlinie um dieselbe geführet. Schneidet man nun an einer solchen Spindel die Weite der Schraubengänge, bis auf eine gewisse Tiefe ein: So entstehet eine Schraube CD (Cochlea mas), Tab. X. fig. 78. und 79. Macht man durch einen andern Körper AB, Tab. X. fig. 78. und 79, ein Loch, dessen Durchmesser so gros ist, als der Durchmesser der Spindel, die Höhe der Gewinde nicht mitgerechnet, führet in diesem in der vorigen Weite der Schraubengänge eine Schraubenlinie, und schneidet diese Weite eben so ein, wie an der Schraube, so, daß dieser ihre Gewinde genau in die Zwischentiefen in diesem Loch passen, so entstehet eine Schraubenmutter (Cochlea femina). Ist bei einem solchen Rüstzeug die Mutter AB fest, Tab. X. fig. 78, und an der Schraube Kraft und Last angebracht: So bewegt sich nur allein die Schraube. Ist hingegen die Schraube CD fest, Tab. X. fig. 79; So bewegt sich unter sich nur allein die Mutter AB: Und ist die Schraube in ihrer Axe unterstüzt, Tab. XI. fig. 80, wird aber diese umgedrehet; So bewegt sich die Mutter EF nur allein auf der schiefen Fläche der Gewinde über sich. In diesem leztern Fall bringt man gemeiniglich zwei Schrauben neben einander an, und macht ihre Mütter in einen Körper, alsdann aber entstehet eine sogenante Presse, oder ein

Heb=

Hebgeschirr, wenn durch eine auf die Mutter gestelte Spriese AB, Tab. XI. fig. 80, eine sehr grose Last gehoben werden soll. Dieses leztere gebraucht man vornehmlich bei den Gebäuen, um ein Gebälke zu heben.

§. 174.

Weil die Gewinde an der Schraube um sie gewundene schiefe Flächen sind (§. 173.): So wird, wenn man die Schraube drehet, die Last auf der schiefen Fläche HB bewegt, Tab. X. fig. 76, und die Directionslinie der Kraft ist der Grundlinie HE der schiefen Fläche eines Gewindes parallel, also ist die Kraft P zu der Last Q wie BE zu HE (§. 166.). Nun ist aber BE die Höhe, oder die Weite der Schraubengänge, und HE der Umfang der Schraube (§. 173.), und daher verhält sich auch, im Fall des Gleichgewichts bei einer Schraube die Kraft zur Last, wie die Höhe eines Schraubenganges zu dem Umfang der Schraube: Und weil BE, wenn die Schraube einmal herum ist, der Weg der Last, der Umfang der Schraube HE aber der Weg der Kraft ist; So verhält sich auch die Kraft zur Last, wie der Raum der Last zum Raum der Kraft.

§. 175.

Es ist von selbst klar, daß man eine um desto kleinere Kraft zu einer Last brauchet, wenn die Weite des Schraubenganges in der Peripherie der

Schraube wenig mal enthalten, also die Weite des Schraubenganges klein, der Durchmesser der Schraube aber um desto gröser ist, eben daher haben aber auch Schrauben, deren Weiten der Schraubengänge sehr eng sind, mehr Vermögen, als andere von gleicher Dikke, die aber weitere Schraubengänge haben, sind indessen auch die Gewinde zu schwach, so springen sie ab.

§. 176.

Da sich bei einer Schraube die Kraft zur Last verhält, wie die Weite der Schraubengänge zu der Peripherie der Schraube: So kan man auch, wenn von der Kraft, der Last, der Weite der Schraubengänge, und dem Radio, oder der Peripherie der Schraube drei Rükke gegeben sind, das vierte stets durch die Regeldetri finden. Es sei die Weite der Schraubengänge 1 Zoll, die Peripherie der Schraube aber 18 Zoll, und die Kraft 50 Pfund: So ist $1 : 18 = 50 : \frac{18 \cdot 50}{1}$, also die Last, oder der Wiederstand, mit dem die Kraft im Gleichgewicht ist, 900 Pfund. Eben so ist, wenn man aus der Peripherie = 18 Zoll, der Weite der Schraubengänge = 1 Zoll, und der Last = 900 Pfund, die Kraft sucht, die mit dem Wiederstand im Gleichgewicht ist, $18 : 1 = 900 : \frac{900 \cdot 1}{18}$,

also

also die Kraft 50 Pfund. Soll man aus der Kraft 50 Pfund, der Last 900 Pfund, und der Weite der Schraubengänge 1 Zoll, die Peripherie der Schraube finden: So ist $50 : 900 = 1 : \frac{900}{50}$, also die Peripherie 18 Zoll, wovon man dann den Diameter finden kan (§. 722. der Markscheidek.). Soll man hingegen aus der Last 900 Pfund, der Kraft 50 Pfund, und dem Diameter, oder der Peripherie der Schraube 18 Zoll, die Weite des Schraubenganges finden: So ist $900 : 50 = 18 : \frac{50.\ 18}{900}$, also 1 die Weite der Schraubengänge.

Bringt man an dem Kopf der Schraube einen Hebel, oder einen Ziehepengel CD an, Tab. X fig. 78, und Tab. XI. fig. 80; So wird das Vermögen der Schraube gar sehr vermehrt: Denn es verhält sich alsdann die Kraft zur Last, wie die Weite zweier Schraubengänge zu der Peripherie des Ziehepengels CD. Wird statt der Schraube die Mutter AB bewegt, Tab. X. fig. 79: So verhält sich die Kraft zur Last, wie die Weite der Schraubengänge zur Peripherie von AB. Dividirt man die Last durch die gegebene Kraft: So ist der Quotient die Peripherie der Schraube, und 1 die Weite der Schraubengänge. Nimt man nun diese in Linien

oder Zollen an, so, daß die Schraubengänge vor die Last nicht zu schwach werden, und multiplicirt damit die gefundene Peripherie, sucht zu dem Produkt aber den Durchmesser: So hat man zu einer gegebenen Last und Kraft eine Schraube gefunden. Ist die Kraft und der Wiederstand gegeben, und man nimt die Weite der Schraubengänge, und den Durchmesser der Schraube nach Gefallen an, doch so, daß die Gewinde stark genug sind, und sucht zur Kraft, Last und Weite der Schraubengänge die vierte geometrische Proportionalzahl: So bekomt man die Peripherie vom Ziehepengel, woraus man dann den Diameter, und den Halbmesser finden kan (§. 722. der Markscheidek.).

## §. 177.

Da die Last nicht auf der äusersten Gränze der Schraubenlinie, sondern auf einer krummen Fläche bewegt wird, und diese nicht in allen ihren Teilen den Winkel mit dem Horizont macht, den eine ebene Fläche mit ihm machen würde, deren Höhe der Weite der Schraubengänge, die Grundlinie aber der Peripherie der Schraube gleich ist: So siehet man auch, daß die angeführte Theorie noch verschiedenen Schwürigkeiten unterworfen ist, in die wir uns, wenn wir nicht allzu weitläuftig werden wollen, nicht einlassen können.

§. 178.

§. 178.

Wenn man an eine Welle AB, Tab. XI. fig. 81, Schraubengänge einschneidet, und diese in ein Sternrad CG eingreifen läst, so, daß die Gewinde genau zwischen die Zähne des Sternrades passen: So entstehet eine Schraube ohne Ende (Cochlea infinita), die so lang, als die Welle umgedrehet wird, das Sternrad umtreibet.

§. 179.

Da sich bei der Schraube AB, Tab. XI. fig. 81, die Kraft zur Last, wie die Weite der Schraubengänge zu der Peripherie der Kurbe BE verhält (§. 174.), diese Last in C aber als eine neue Kraft betrachtet, sich zur Last Q verhält, wie der Radius der Welle DF zum Radio des Rades FC (§. 157.): So kan man auch leicht das Vermögen einer Schraube ohne Ende ausrechnen.

§. 180.

Die Kraft, womit ein elastischer Körper (§. 15.), der gedehnt, gebogen, oder zusammen gedrukt worden, seine vorige Figur wieder herzustellen sucht, heist die Elasticität, Feder- oder Schnellkraft. Ist diese so gros, daß der Körper bei erlittener Veränderung völlig seine vorige Gestalt wieder annimt: So heist er ein vollkommen elastischer, und, wenn dieses nicht ist, ein unvollkommen elastischer Kör-

per. Die mehresten Körper sind, wie die Erfahrung zeigt, elastisch, doch mehr und weniger, und es sind das Glas, der Edelgestein und der gehärtete Stahl beinahe vollkommen elastisch.

§. 181.

Die Erfahrung beweist, daß die Elasticität um desto gröser ist, ie mehr der elastische Körper gedehnt, gepreßt, oder gebogen wird. Und, wenn eine Kraft einen Körper dehnt, preßt, oder beugt: So werden die Fibern auf eine gewisse Länge gedehnt, zusammen gedrukt, oder gebeugt, sie ziehen sich aber auch nach der Gröse ihrer Elasticität mehr oder weniger wieder zusammen, oder nehmen, wenn sie gepreßt worden, mehr oder weniger ihre vorige Länge wieder an.

§. 182.

Wenn die Kraft P, Tab. XI. fig. 84, die einen elastischen Körper dehnt, preßt, oder beugt, seiner Schnellkraft in Q, die er bei einer gewissen Veränderung äusert, gleich ist: So entstehet ein Gleichgewicht, und es erfolgt keine Bewegung, es ist aber die Schnellkraft in Q = P. QG. Man begreift hieraus, warum die Kraft bei einerlei Aenderung der Gestalt, oder einerlei Winkel HQG gröser sein muß, wenn P näher an Q, hingegen aber, warum sie kleiner sein wird, wenn sie weiter von Q entfernt ist.

§. 183.

Wenn bei den bisher erklärten Rüstzeugen eine grösere Kraft angebracht wird, als zu dem Gleichgewicht, zwischen Kraft und Last erfordert wird, und also eine Ueberwucht (§. 70.) entstehet: So erfolgt eine Bewegung, aber der Bewegung entstehet noch eine andere Hindernis, die Friction, oder das Reiben (§. 58.). Es ist nemlich kein Körper auf seiner Oberfläche so eben, daß sich keine Erhöhungen und Vertiefungen auf demselben befinden solten. Wenn daher ein Körper an die Oberfläche eines andern gedrukt, und daran bewegt wird: So kommen die Erhöhungen des einen zwischen die Vertiefungen des andern, und diese Erhöhungen werden entweder niedergedrukt, oder abgerissen, eben daher aber entstehet ein Wiederstand, welcher die Bewegung hindert, und selbst eine bewegende Kraft ist (§. 27.), und wozu, um ihn zu überwältigen, eine gewisse Kraft erfordert wird, dieser Wiederstand aber ist es, welchen man die Friction, oder die Reibung nennet, und es ist die Richtung dieses Wiederstandes der Richtung entgegen gesezt, nach welcher die Bewegung erfolgt.

§. 184.

Je rauher, oder ungleicher demnach die Oberflächen der Körper sind, die sich an einander bewegen, ie mehr sich diese Oberflächen an einander

fortschieben, und ie stärker der Druk ist, womit die eine Oberfläche an die andere geprest wird, um desto stärker ist auch die Friction, und alle das, was die Ungleichheit der Oberfläche vermindert, das vermindert auch die Friction.

## §. 185.

Wenn man diesemnach die Friction vermindern will: So muß man die Oberflächen so glatt machen, als möglich ist, und poliren, es nehmen aber die Körper eine um desto grösere Politur an, ie fester dieselbe sind. Weil indessen kein Körper so gut polirt werden kan, daß er nicht noch viele Erhöhungen und Vertiefungen auf seiner Oberfläche behalten solte, welches man gewahr wird, wenn man einen noch so gut polirten Körper durch ein Vergröserungsglas betrachtet: So schmieret man die Oberflächen der Körper, die sich an einander reiben, mit Oel, Fett, Seife, oder Wasser, welches dieselbe glatt, und schlüpferich macht, die Vertiefungen ausfült, und verhindert, daß sich die Oberflächen nicht so unmittelbar berühren. Durch Versuche hat man ausgemacht, daß beim Stahl auf Messing die Friction ohngefähr $\frac{1}{5}$, beim Stahl auf Kupfer $\frac{1}{5}$, und beim Stahl auf Stahl $\frac{1}{4}$ des Druks sei. Ueberhaupt reiben sich Körper von einerlei Art stärker, als Körper von verschiedener Art. Durch Versuche weis man auch, daß bei Metall und Metall Baumöl,

oder

oder Ochsenklauenfett, bei Metall und Holz Talg, bei Holz und Holz Seife, bei Stein und Holz aber Wasser das beste Schmier ist. Sonst hat das Schmieren der Körper, die sich reiben, auch noch den Nuzzen, daß sich dieselbe nicht erhizzen, und dadurch ausgedehnt werden, wodurch die Flächen näher an einander kommen.

§. 186.

Weil auch das Fortschieben der Oberfläche die Friction vermehrt (§. 184.): So wird die Friction dadurch gar sehr vermindert, wenn man dieses Fortschieben verhindert, und die Flächen, die sich an einander reiben, so klein macht, als möglich ist. Aus dieser Ursache gibt man den Waagbalken eine herzförmige Figur, Tab. XI. fig. 82, da dann die Zapfen nur in einer Linie A B aufliegen, ia die Zapfen A der Räder, Tab. XI. fig. 83, legt man zuweiln auf andere Zapfen B und C, und damit diese durch das Abschleifen nicht platt werden, so müssen sich auch diese um kleinere Zapfen bewegen, da dann der Zapfen A nur in zwei physischen Linien in a und b aufliegt.

§. 187.

Je gröser das Gewicht, und also der Druk ist, womit eine Oberfläche an die andere gedrukt wird, um desto gröser ist auch die Friction (§. 184.), diesemnach muß man bei einem ieden Rüstzeug alles Gewicht zu vermeiden suchen, und es nur so schwer

machen,

machen, daß es nicht zerbrechen kan: Denn Versuche und Erfahrung bestättigen, daß die Friction beinahe der Gröse des Druks proportional ist, wenn sonst alle Umstände einerlei sind, und also bei dem doppelten, oder dreifachen Druk, auch die Friction zwei- oder dreimal so gros ist.

§. 188.

Die Gröse der Friction in iedem Fall genau zu finden ist überaus schwer, weil die Beschaffenheit und Struktur der Körper gar zu sehr verschieden ist, und das meiste auf richtig angestelte Versuche ankomt. Bei dem Amonton, Parent, Muschenbrök und Belidor findet man dergleichen Versuche, und wir führen nur noch an, daß nach diesen Versuchen, die Friction ohngefehr $\frac{1}{3}$ von dem Druk ist, welcher auf die Fläche wirkt, man bestimt aber die Friction durch Versuche gemeiniglich so, daß man die Maschine in das Gleichgewicht bringt, und nach und nach so viele Gewichte auf einer Seite an sie anhängt, bis sie sich zu bewegen anfängt, da dann zwischen das lezte Gewicht, wobei die Maschine noch still gestanden, und das, wobei sie sich zu bewegen angefangen hat, die Gröse der Friction fält.

# Die zwote Abhandlung.

## Von der

# Hydrostatik.

§. 189.

Die Hydrostatik ist eine Wissenschaft, welche von dem Gleichgewicht der flüssigen Körper so wol unter sich, als mit festen Körpern handelt (§. 14. und 29.).

§. 190.

Bei dem Wasser, den Oelen, dem Quecksilber, und dergleichen flüssigen Wesen hängen die Teile mit keiner merklichen Kraft zusammen, und daher sind diese Dinge flüssige Körper (§. 14.), man betrachtet aber in der Hydrostatik einen flüssigen Körper nur allein nach seiner Schwere, und bekümmert sich weiter nicht um seine innere Kraft, und übrige Eigenschaften, welches in die Naturlehre gehöret.

Man wird leicht begreifen, daß auch die geschmolzene Metalle, und alle übrige mineralische Körper, die in ihrem natürlichen Zustand nicht flüssig sind, in dem Fall zu den flüssigen Körpern gehören, wenn sie durch das Feuer flüssig gemacht worden (§. 45. der Probierk.).

§. 191.

Wenn man sich aus Metall einen hohlen Körper machen läst, der ein Parallelopipedum ist, und dieses Gefäse erst leer, hernach aber mit einem flüssigen Körper angefült, wiegt, und das erstere Gewicht von dem leztern abziehet: So findet man die Schwere von dem flüssigen Körper, der so vielen Raum einnimt, als die Höhlung dieses Körpers beträgt, das Gewicht von einem Cubikzoll oder Cubikfus aber, wenn man das Gewicht des flüssigen Körpers durch den Inhalt des hohlen Körpers dividirt.

So hat man gefunden, daß ein rheinländischer Kubikfus Brunnenwasser 64 Pfund 348 Gran, also ohngefähr 64 Pfund wiegt, das Pfund zu 16 Unzen, und die Unze zu 480 Gran gerechnet. Man muß wol merken, daß die verschiedene Reinigkeit und Wärme auch bei einerlei flüssigen Körpern einen sehr grosen Unterschied machen: So findet man auch, daß 1 Kubikfus Quecksilber 897 Pfund schwer, also etwa 14 mal schwerer, als Wasser ist.

§. 192.

Die Erfahrung bestättiget, daß die Oberfläche eines in einem Behältnis befindlichen flüssigen Körpers, der still und ruhig ist, stets horizontal, oder waagrecht ist (§. 420. der Markscheidek.), und also die Directionslinien der schweren Körper auf dieser Oberfläche senkrecht stehen (§. 44.), oder rechte

Winkel

Winkel mit ihr machen. Hält man auf die Oberfläche eines stillstehenden Wassers eine Sezlatte (§. 1038. der Markscheidek.): So wird man sogleich von dieser Wahrheit überzeugt, die bisher noch nicht hat demonstrirt werden können.

§. 193.

Eine andere Erfahrung ist diese, daß ein flüssiger Körper stets in seinem Umfang die inwendige Gestalt des Behälters annimt, worinnen er sich befindet.

§. 194.

Wenn sich in einem horizontal stehenden senkrechten Prisma ABCDEFG, oder solchem Cylinder ACEF, Tab. XI. fig. 85. und Tab. XII. fig. 86, (§. 442. und 444. der Markscheidek.), ein flüssiger Körper ABCLHGKIH, oder ACGH befindet: So drukt dieser mit seinem ganzen Gewicht auf die Grundfläche, oder den Boden ABCL, oder ABCD. Diesen Druk nun findet man, wenn man die specifische Schwere des flüssigen Körpers mit dem körperlichen Raum ABCLH GKIH, oder ABCGH multipliciret, welchen der flüssige Körper einnimt (§. 133.). Wiegt zum Beispiel ein Kubikfus Wasser 64 Pfund, und das Prisma ABCLHGKIH, oder ABCGH hält 4 Kubikfus: So ist der Druk auf einen von diesen Böden 64. 4 = 256 Pfund. Man ist gewohnt, ein

ein solches aus Wasser bestehendes senkrechtes, und waagrecht stehendes Prisma ABCLHGKIH, oder einen solchen Cylinder ABCGH ein *Wasserprisma*, oder eine *Wassersäule* zu nennen: Und wenn man in der Hydrostatik von dem Druk einer Wassersäule redet; So verstehet man allemal dadurch den Druk, den das Wasser auf den Boden eines hohlen Prismas ausübet, worinnen die Höhe des Wassers der Höhe der Wassersäule, seine innere Grundfläche aber der Grundfläche dieser Wassersäule gleich ist.

§. 195.

**Wenn sich in einer gebogenen Röhre abcd efghik, Tab. XII. fig. 87, die Weite und Gestalt der Schenkel abchik, und cdefgh sei auch beschaffen, wie sie wolle, ein flüssiger Körper befindet: So stehet der flüssige Körper in den beiden Schenkeln in ein und eben derselben Horizontalebene ae, also gleich hoch, und der flüssige Körper ist ruhig.**

**Beweis.**

Wenn man sich ein Gefäse ABCD, mit einem flüssigen Körper angefült, gedenket: So ist die Oberfläche in der Horizontalebene AD (§. 192.). Stelt man sich nun von dem flüssigen Körper einen Teil abcdefghik in dieser Gestalt wie eine Röhre vor: So ist klar, daß, da alles in Ruhe ist, auch das, was um diese eingebildete Röhre von dem flüssi-

flüssigen Körper liegt, den flüssigen Körper in dieser Röhre hält, daß er auf keine Art aus seiner Stelle weichen kan, und es stellet also das, was von dem flüssigen Körper um diese eingebildete Röhre liegt, die Wände, oder die Umfassung einer Röhre vor, die aus einem festen Körper bestehet, die Oberflächen ak und fe des flüssigen Körpers in dieser Röhre aber sind horizontal, und in der Horizontalfläche AD des flüssigen Körpers in dem Gefäse ABCD (§. 192.). Gedenkt man sich daher iezt, daß die eingebildete Röhre abcdefghik eine feste Materie umgebe, oder man sezt eine wirkliche Röhre von eben der Gestalt, wie die eingebildete, in den flüssigen Körper: So wirkt die Umfassung dieser Röhre nichts anders, als was auch das thate, was von dem flüssigen Körper um die eingebildete Röhre befindlich war, und es ist also offenbar, daß die Oberflächen ak und fe des in der Röhre abcdefghik befindlichen flüssigen Körpers noch in der Horizontalfläche AD sein, folglich dieser Körper in beiden Schenkeln der Röhre gleich hoch stehen, und in Ruhe sein müsse.

Man kan sich gar bald von der Wahrheit dieses Sazzes durch die Erfahrung überzeugen, wenn man in eine gebogene gläserne Röhre Wasser gieset.

§. 196.

Wenn diesemnach in einer gebogenen Röhre ABCDEFGHI, Tab. XII. fig. 88, ein flüssiger

Körper befindlich ist, der aus dem einen Schenkel in den andern tretten kan, und die beiden Oberflächen AI und DG liegen nicht in ein und eben derselben Horizontalfläche: So ruhet der flüssige Körper nicht, sondern die Oberfläche AI sinket, die Oberfläche DG aber steigt, und wenn der flüssige Körper zur Ruhe komt, so sind die Oberflächen in beiden Schenkeln der Röhre in einer Horizontalfläche, und gleich hoch. Denn wenn die Röhre ABCDEFGHI mit einem flüssigen Körper angefült ist: So stehen die Oberflächen AI und FE in ein und eben derselben Horizontalfläche AE. Gedenkt man sich nun, daß durch DG eine Scheibe, ohne Schwere, gehet, welche die Teile ABCDGHI, und DEFG des flüssigen Körpers von einander absondert: So ist klar, daß, da ABCDGHI und DEFG in Ruhe, und im Gleichgewicht sind, der Teil DEFG des flüssigen Körpers so stark unter sich auf DG, als der Teil ABCDGHI über sich auf eben diese Scheibe DG drukt. Da nun, wenn der Teil DEFG nicht da, und die Scheibe weg ist, dem Druk des flüssigen Körpers ABCDGHI nach DE nichts widerstehet: So muß er über DG in die Höhe steigen, unter AI aber fallen, und es ist also der flüssige Körper nicht in Ruhe, wenn er aber zur Ruhe komt, so sind die Oberflächen des flüssigen Körpers in beiden Schenkeln der Röhre in ein und eben derselben Oberfläche, und gleich hoch (§. 195.).

Verstopft man an einer gläsernen Röhre den einen Schenkel in der Gegend DG, und gieset in den andern Schenkel einen flüssigen Körper, ziehet alsdann aber den Stopfen heraus: So wird man auch von dieser Wahrheit durch die Erfahrung überzeugt.

Man wird hieraus leicht begreifen, daß ein ieder Tropfen von dem um ihn stehenden flüssigen Körper mit einer Kraft gehalten werden muß, die seiner Schwere gleich ist, weil sich, wenn der flüssige Körper in beiden Schenkeln gleich hoch stehet, alles in Ruhe befindet, und der Tropfen mit einer Kraft sinket, die seiner Schwere gleichet.

## §. 197.

**Der Druk eines flüssigen Körpers in einem willkührlich gestalteten Gefäse GDEF, welches einen horizontalen Boden DG hat, Tab. XII. fig. 89, ist dem Gewicht einer Säule GDLK von dem flüssigen Körper gleich, die den Boden DG dieses Gefäses zur Grundfläche, die Höhe DL aber des in dem Gefäse befindlichen Körpers zu ihrer Höhe hat.**

### Beweis.

Wenn man sich vorstelt, daß das Gefäse GDEF mit einem andern ABCDGHI zusammen hängt, so, daß die flüssige Materie aus einem in das andere tretten kan: So ist aus dem vorhergehenden §.

 klar,

klar, daß der Teil DEFG des flüssigen Körpers so stark unter sich, als der Teil ABCDGHI über sich drukt, aus eben diesem §. ist aber auch offenbar, daß, wenn die Gefäse ABCDGHI, und DLKG, wie vorhin, mit einander verknüpft sind, der Teil DLKG des flüssigen Körpers so stark unter sich, als der Teil ABCDGHI über sich drukt, und daher drukt DLKG so stark auf den Boden GD unter sich, als DEFG (§. 39. der Markscheidek.). Es ist also der Druk eines Gefäses DEFG, dessen Boden waagrecht ist, dem Gewicht einer Säule von dem flüssigen Körper gleich, welche die Grundfläche DG zur Grundfläche, die Höhe DL aber des im Gefäse befindlichen flüssigen Körpers, oder die Entfernung zwischen der Grundfläche des Gefäses, und der Oberfläche des flüssigen Körpers zu ihrer Höhe hat (§. 194.).

§. 198.

Aus dem vorhergehenden §. ist also klar, daß man bei dem Druk eines in einem Gefäse befindlichen flüssigen Körpers auf den Boden dieses Gefäses blos allein auf das Gewicht einer Säule von dem flüssigen Körper zu sehen habe, die die Grundfläche des Gefäses zur Grundfläche, die Höhe desselben aber zu ihrer Höhe hat. In den Gefäsen ABCD, Tab. XII. fig. 90. 91. 92 und 93, ist also der Druk des Wassers auf die Grundfläche AB

dem Gewicht der Säule ABEF von dem flüssigen Körper gleich.

§. 199.

Aus dem 197. §. läst sich auch begreifen, wie eine gar geringe Menge von einem flüssigen Körper einen überaus grosen Druk ausüben könne. Denn wenn eine enge Röhre ABCD, Tab. XII. fig. 94, mit einer sehr weiten EFLM zusammen hängt; So drukt, wenn diese Röhre nur bis KG gefült ist, die Säule KIDC von dem flüssigen Körper so stark nach FL über sich, als die Säule EFGH von eben dem flüssigen Körper nach GF unter sich drukt: Und wenn die Schenkel dieser Röhre ganz voll sind; So drukt ABCD so viel nach FL über sich, als EFLM nach LF unter sich drukt, also auch ABKI so stark nach FL über sich, als HGLM nach LF unter sich (§. 197. Bew.). Wenn man diesemnach das Stük HGLM von dem weiten Schenkel abnimt, und die Oberfläche HG mit einem horizontalen Dekkel verschliest: So wird, da ABIK so stark nach FL über sich, als HGLM nach LF unter sich drukt, dieser Dekkel mit einer Kraft über sich gedrukt, die dem Gewicht der Säule HGLM von dem flüssigen Körper gleich ist, und hieraus siehet man, wie man mit einer sehr kleinen Menge von einem flüssigen Körper einen überaus grosen Druk zuwege bringen könne, es verhält sich aber, da sich gleich hohe Cylinder wie ihre Grund-

flächen verhalten (§. 781. der Markscheidek.), das Gewicht der Säule ABIK, zu dem Gewicht der Säule HKLM, wie die Grundfläche von KI zur Grundfläche von HG, und diesemnach kan man, wenn man die Grundfläche KI und HG, und das Gewicht der Säule ABIK kennet, leicht das Gewicht von HGLM finden (§. 240. der Markscheidek.).

Sezt man in den Boden eines Fasses EFGH, Tab. XIII. fig. 95, eine sehr enge lange Röhre ABIK, so, daß nirgends Wasser, oder Luft heraus kan: So drukt diese aus eben den Gründen so stark, als eine Säule HGLM von eben dem flüssigen Körper, und man kan mit sehr wenig Wasser den Boden des Fasses in die Höhe heben, und wenn man auch viele Centner darauf leget, die aber nur nicht so schwer sind, als die Säule HGLM von dem flüssigen Körper.

Man nennet dieses Experiment, wodurch man mit so wenig von einem flüssigen Körper in den Stand gesezt wird, eine so grose Wirkung hervor zu bringen, das mariottische Experiment.

Wir wollen annehmen, es habe die Röhre ABKI einen rheinländischen Quadratzoll zu ihrer Grundfläche, die Grundfläche HG aber sei acht rheinländische Quadratfus, oder 1152 Quadratzoll (§. 660. der Markscheidek.). Nun sei die Höhe AK = 27 rheinländische Zoll: So ist die Wasser-

säule

säule ABIK 27 rheinländische Kubikzoll (§. 779. der Markscheidek.), und es wiegt dieselbe, da nach dem zwölfteiligen Maas 1728 Kubikzoll 64 Pfund wiegen (§. 771. der Markscheidek. und §. 191.), ein Pfund. Da nun die Grundfläche KI zur Grundfläche HG, wie das Gewicht der Säule ABIK zu dem Gewicht der Säule HGLM: So ist auch

$$1 : 1152 = 1 : \frac{1152 . 1}{1},$$ also der Druk auf

$$HG = \frac{1152 . 1}{1} = 1152$$ Pfund, wenn die Wassersäule ABIK ein Pfund schwer ist. Wäre die Wassersäule ABIK bei eben der Grundfläche 54 Zoll, also doppelt so hoch, folglich ihr Gewicht zwei Pfund; So würde der Druk auf HG = 2304 Pfund sein: Und wäre die Wassersäule ABIK bei einerlei Grundfläche 81 Zoll, also dreimal so hoch; So würde der Druk auf HG = 3456 Pfund, oder 32 Centner sein, 108 Pfund auf einen Centner gerechnet.

Dieses wird genug sein, um sich von der erstaunlichen Wirkung zu überzeugen, welche eine enge Röhre äusert, wenn sie an den Boden eines gröseren Gefäses drukt.

§. 200.

Wenn der Boden AB, Tab. XIII. fig. 96, eines Gefäses ABCD mit dem Horizont BG

einen Winkel macht: So ist der Druk auf denselben beinahe einer Säule von den flüssigen Körpern gleich, deren Grundfläche der Grundfläche AB des Gefäses, die Höhe aber der Höhe BM des in dem Gefäse befindlichen flüssigen Körpers gleichet.

Beweis.

Wenn die Röhre ABFE auf dem Boden AB senkrecht stehet, und diese mit einem flüssigen Körper gefült, H aber der Mittelpunkt der Schwere ist; So läst sich die absolute Schwere, der Druk HK des in der Röhre ABFE befindlichen flüssigen Körpers, in den Druk HL und HI zerlegen (§. 168.): Und da FB nur allein den Druk HL leidet; So ist der relative Druk HI, oder, da der △ HIK ∽ dem △ BMF, das Gewicht einer Säule von dem flüssigen Körper, die AB zur Grundfläche, und BM zur Höhe hat, der Druk auf den Boden AB der Röhre ABEF (§. 167. und 168.), aber, wenn besonders die Grundfläche AB sehr klein ist, nur beinahe, weil die Röhre ABFE nur bis in FN voll wird (§. 192.), und die Röhre in diesem Beweis vor ganz angefült genommen wird. Nun drukt aber das Gefäse ABCD so stark gegen den Boden AB, als die Röhre ABFE gegen eben diesen Boden drükt, wenn man sich vorstelt, als sei er nicht da (§. 196. Bew.), und daher ist auch der Druk auf den Boden AB eines Gefäses ABCD, der

mit

mit dem Horizont einen Winkel macht, dem Gewicht einer Säule von einem flüssigen Körper gleich, welche eben diesen Boden zur Grundfläche, die Höhe BM aber des in dem Gefäse befindlichen flüssigen Körpers zur Höhe hat.

Da der Winkel MFB + MBF = 90°, und der Winkel MBF + MBA = 90° (§. 543. der Markscheidek.): So ist der ∠ MFB = dem ∠ MBA (§. 87. der Markscheidek.), folglich der ∠ MFB der Cosinus des ∠ ABG (§. 838. der Markscheidek.), und man findet aus dem Sinu toto BF und dem Cosinu von ABG = dem Sin. des ∠ MFB, die Höhe MB (§. 868. der Markscheidek.).

§. 201.

Wenn ab, Tab. XIII. fig. 97, ein sehr kleines Stük, das man vor eine Ebene annehmen kan, ein Element von der Seitenfläche des Gefäses ABC ist: So drukt das Wasser so stark auf dieses Element, als eine Säule, die das Element ab zur Grundfläche, be aber zur Höhe hat, weil man sich allemal vorstellen kan, daß eine Röhre abdc auf ab drukt, die dieses Element zur Grundfläche, und die Höhe be zu ihrer Höhe hat (§. 198.), und hieraus läst sich ohngefähr begreifen, wie stark das Wasser auf die Seitenflächen eines Gefäses drukt.

In Belidors Architectura hydraulica findet man genauere Anleitung, wie man den Druk der

flüssigen Körper gegen die Wände der Gefäse berechnen soll.

§. 202.

**Die Gewichte zweier Materien von verschiedener specifischen Schwere, und verschiedenem Raum, den sie einnehmen, verhalten sich, wie die Produkte aus dem Raum, den eine iede einnimt, in ihre specifischen Schwere.**

Beweis.

Es sei der Materie A specifische Schwere G, ihr Raum, den sie einnimt, V, und ihr Gewicht P, der Materie B specifische Schwere hingegen sei g, ihr Raum v, und ihr Gewicht p. Das Gewicht von der Menge der Materie A nun, die in den Raum v gehet, sei $= x$: So ist $x : p = G : g$, und $P : x = V : v$ (§. 132.). Wenn man daher in diesen beiden Proportionen die ersten, andern, dritten, und vierte Glieder in einander multiplicirt:

So ist, da $\frac{x}{p} = \frac{G}{g}$, und $\frac{P}{x} = \frac{V}{v}$ (§. 217. der Markscheidek.), folglich $\frac{x}{p} \cdot \frac{P}{x} = \frac{G}{g} \cdot \frac{V}{v}$, oder $\frac{xP}{px} = \frac{GV}{gv}$ (§. 89. der Markscheidek.), $xP : pX = GV : gv$ (§. 217. der Markscheidek.), und, wenn man in der ersten Verhältnis beide Glieder mit x dividirt, $P : p = GV : gv$ (§. 216.

der

der Markscheidek.). Nun sind P und p die Gewichte der verschiedenen Materien A und B, G und g ihre specifische Schweren, und V und v ihre Räume, und daher verhalten sich auch die Gewichte zweier Materien A und B, die verschiedene specifische Schweren und verschiedene Räume haben, wie das Produkt der Materie A aus ihren specifischen Schweren in ihren Raum, zu dem Produkt der Materie B aus ihrer specifischen Schwere in ihren Raum.

Es ist nicht ungewöhnlich, daß man die specifischen Schweren auch die Dichtigkeiten nent (§. 20.), und in diesem Verstand sagt man, die Gewichte zweier Materien von verschiedenem Raum und Schwere verhalten sich wie die Produkte aus den Dichtigkeiten in die Räume.

§. 203.

Wenn in einem Gefäse ABCD, Tab. XII. fig. 98, zwei flüssige Körper von verschiedener Dichtigkeit sind, und es nimt die eine den Raum EBCF, die andere aber den Raum AEFD ein, beider Körper Oberflächen EF und AD aber sind horizontal: So sind beide Körper im Gleichgewicht, und es stehet der leichtere über dem schwereren.

Beweis.

Wenn man sich in dem Gefäse eine Röhre agbk cdiehf wie §. 195. vorstelt: So ist, vermöge eben

dieses

dieses §, in den Schenkeln gbeh und ebki der eine flüssige Körper in Ruhe, eben das ist aber auch der andere flüssige Körper in den Schenkeln aghf und ckid, weil sie beide in Ruhe sind, wenn die Röhre gbkieh ein Körper von eben der Art enthält, eben diese Röhre aber in Ruhe und im Gleichgewicht ist. Diesemnach ist alles in der Röhre agbkcdiehf in Ruhe, und im Gleichgewicht, und, da man sich so eine Röhre, oder eine Säule an der andern gedenken kan, so sind beide flüssige Körper ruhig, und im Gleichgewicht, es stehe auch von den beiden flüssigen Körpern der leichtere, oder schwerere oben. Nun kan man aber einen flüssigen Körper, wenn man ihn auf die Oberfläche EF schütten will, nicht so ausgiesen, daß er sich in dem Augenblik über diese ganze Fläche horizontal ergieset, sondern er breitet sich nur über einen gewissen Teil aus. Wenn daher ein flüssiger Körper auf den andern geschüttet wird, und es komt ein Tropfen von dem schwereren flüssigen Körper auf einen Tropfen von dem leichtern flüssigen Körper: So muß iener sinken, weil er, da der leichtere Tropfen von dem umstehenden flüssigen Körper nur mit einer Kraft gehalten wird, die seiner Schwere gleich ist, viel stärker unter sich drukt, als dieser (§. 196.). Er fält also zu Boden, und so sezt sich der ganze schwerere flüssige Körper unten hin, der leichtere aber bleibt oben stehen, und es kommen ehe die beiden flüssigen Kör-

per

per nicht in Ruhe, und in das Gleichgewicht, bis der schwerere unten, der leichtere aber oben stehet. Wenn demnach in einem Gefäse zwei flüssige Körper von verschiedener Schwere befindlich sind, und es sind ihre beide Oberflächen horizontal: So sind sie im Gleichgewicht, und der leichtere stehet oben.

§. 204.

Wenn in einer gebogenen Röhre ABCDEFG, Tab XII. fig. 99, zwei flüssige Körper von verschiedener Schwere befindlich sind, so, daß sich beide nicht mit einander vermischen, sondern der eine in dem Schenkel BCDEF, wovon ED und BF die Oberflächen sind, der andere aber in dem Schenkel ABFG stehet: So verhalten sich ihre Höhen, wenn beide im Gleichgewicht sind, umgekehrt, wie ihre Schweren, oder Dichtigkeiten (§. 202.).

Beweis.

Es sei die Dichtigkeit des in dem Schenkel BCDEF befindlichen Körpers = d, die Dichtigkeit des in dem Schenkel ABFG befindlichen flüssigen Körpers aber = D, ihre gemeinschaftliche Grundfläche BF hingegen = a: So ist der Druk des flüssigen Körpers in dem Schenkel BCDEF gegen BF = HD. BT. d, und der Druk des flüssigen Körpers in dem andern Schenkel ABFG gegen BF = AI. BF. D (§. 197.). Sind daher die

flüs-

flüssigen Körper in beiden Schenkeln im Gleichgewicht: So ist HD. BF. d = AI. BF. D (§. 197. Bew.), und HD: AI = BF. D: BF. d (§. 231. der Markscheidek.), und, wenn man in der andern Verhältnis mit BF dividirt, HD: AI = D: d (§. 216. der Markscheidek.), also, da HD und AI die Höhen, und D und d die Dichtigkeiten sind, die Höhen, wie umgekehrt die Dichtigkeiten.

Wenn zum Beispiel Quecksilber und Wasser in einer Röhre befindlich sind: So wird dieses, da ienes beinahe 14 mal schwerer ist, als dieses (§. 191.), 14 mal höher stehen, als das Quecksilber.

## §. 205.

**Ein flüssiger Körper widerstehet dem Sinken eines festen Körpers mit einer Kraft, die der Schwere gleich ist, welche die Menge von dem flüssigen Körper wiegt, die eben so vielen Raum einnimt, als der feste Körper in dem flüssigen.**

### Beweis.

Wenn in dem flüssigen Körper ABC, Tab. XII. fig. 100, alles in Ruhe ist: So wird die Menge von dem flüssigen Körper, welche den Raum einnimt, den der feste Körper D einnimt, von einer Kraft gehalten, die der Schwere dieser Menge gleich ist. Denn es ist offenbar, daß eine Kraft, welche einen andern Körper unterstüzt, nicht gröser ist, als eben

eben die Schwere dieses Körpers (§. 196.). Ist demnach ein fester Körper D in den flüssigen ABC eingetaucht: So widerstehet diesem, der um ihn befindliche flüssige Körper mit einer Kraft, die der Schwere gleich ist, welche die Menge von dem flüssigen Körper wiegt, die eben so vielen Raum einnimt, als der feste Körper D.

§. 206.

Wenn demnach der in dem flüssigen befindliche feste Körper specifisch schwerer ist, als der flüssige: So sinkt er zu Boden, aber mit einer geringern Kraft, als die ist, wenn ihm von dem flüssigen Körper nicht widerstanden würde. Er sinkt nemlich mit einer Kraft, die der Schwere des festen Körpers weniger der Schwere der Menge von dem flüssigen Körper gleich ist, die eben den Raum des festen Körpers einnimt. Es verliehrt also ein specifisch schwererer Körper in einem flüssigen so viel von seiner Schwere, als die Menge des flüssigen Körpers wiegt, die er aus ihrer Stelle treibt.

Es sei die Schwere des festen Körpers = P, die Schwere von dem flüssigen Körper aber, der eben so vielen Raum einnimt, = p: So sinkt der feste Körper mit einer Kraft P — p. Es sei P = 3 Pfund, p aber = 1 Pfund: So ist 3 - 1 = 2, und es sinkt der feste Körper mit 2 Pfund.

§. 207.

Da ein ieder specifisch schwererer Körper so viel von seinem Gewicht verliehrt, als die flüssige Materie wiegt, die er aus ihrer Stelle treibt (§. 206.): So verliehren auch die leichteren, aber specifisch schwereren Körper als der flüssige, einen gröseren Teil von ihrem Gewicht in diesem Körper, als die specifisch schwerere von eben der Gröse, in eben der flüssigen Materie verliehren.

§. 208.

Weil ein specifisch leichterer fester Körper einen grösern Raum einnimt, als ein specifisch schwererer (§. 23.): So verliehrt auch iener, wenn er mit diesem einerlei Schwere hat, ein gröseres Gewicht in einem flüssigen Körper, als dieser (§. 206.), und es muß also dieser in eben dem flüssigen Körper schwerer sein.

§. 209.

Weil ieder Körper so viel von seinem Gewicht verliehrt, als die Menge von dem flüssigen Körper wiegt, die er aus ihrer Stelle treibt (§. 206.): So verliehret auch ein Körper in einem specifisch schwereren flüssigen Körper mehr von seinem Gewicht, als in einem specifisch leichteren, und zwar so viel mehr, als iener flüssige Körper schwerer ist, als dieser. Wenn man daher zwei gleich grose, und gleich schwere Körper an einer Waage in verschiedene flüs-

flüssige Körper hängt; So verliehrt der eine in der specifisch schwerern flüssigen Materie mehr von seinem Gewicht, als der andere in dem specifisch leichtern Körper, und zwar um so viel, als iener flüssige Körper schwerer ist, als dieser, um eben so viel wiegt aber auch der Körper in der leichtern flüssigen Materie schwerer, und er gibt einen Ausschlag.

§. 210.

Weil ein ieder Körper so viel von seinem Gewicht verliehrt, als der flüssige Körper wiegt, den er aus seiner Stelle treibt (§. 206.): So ist auch eben dieser Verlust der Schwere die specifische Schwere von dem flüssigen Körper; es verhält sich also die specifische Schwere des flüssigen Körpers, zu dem eingetauchten schwereren Körper, wie das Gewicht, das der schwerere Körper verlohren hat, sich zu dem ganzen Gewicht dieses Körpers verhält. Durch diesen Verlust kan man also die specifischen Schweren der flüssigen Körper, und ihre Verhältnis zu andern Körpern finden.

§. 211.

**Die Verhältnis der Schweren der flüssigen Körper zu untersuchen.**

Auflösung.

1) Man wiege einen festen Körper, er sei gestaltet, oder so gros, wie er wolle, der aber speci-

fisch schwerer ist, als die flüssigen Körper, deren besondere Schweren man untersuchen will, in einem ieden flüssigen Körper, so ist der Verlust bei einem ieden seine specifische Schwere, und man bekomt die Verhältnisse ihrer specifischen Schwere. Dann der feste Körper verliehrt in ieder flüssigen Materie so viel von seinem Gewicht, als der flüssige Körper wiegt, den er aus seiner Stelle treibt, und die specifischen Schweren der Körper verhalten sich, wie die Schweren gleich groser Teile von ihnen (§. 133. und 210.).

Es verliehre der feste Körper in der flüssigen Materie A ein Gewicht p, in der flüssigen Materie B aber ein Gewicht P: So ist die specifische Schwere von A zur specifischen Schwere von B, wie p zu P, oder, wenn man beiderseits mit p dividirt, wie 1 zu $\frac{P}{p}$ (§. 216. der Markscheidek.).

Wir bemerken hierbei, daß man gemeiniglich die besondere Schwere des Wassers zur Einheit annimt, und damit die besonderen Schweren der übrigen flüssigen Körper vergleicht.

2) Will man nun die specifische Schwere von einer im geometrischen Maas bekanten Menge eines ieden flüssigen Körpers wissen: So wiege man einen festen Körper, dessen geometrischen Raum man leicht aus-

ausmessen kan, z. E. einen Kubikzoll, oder Kubik-schuh in einem von den flüssigen Körpern, in dem Körper A, so ist das Gewicht, welches er verliehrt, die specifische Schwere, die g heisen soll (§. 210.). Zu dem Gewicht, welches ein fester Körper in diesen flüssigen Körper A, und in einem anderen flüssigen Körper B verlohren hat, also zu $1 : \frac{P}{p}$ (N. 1.), und eben dem Gewicht g des ersteren flüssigen Körpers von einem Kubikzoll, oder Kubikfus suche man die vierte geometrische Proportionalzahl (§. 240. der Markscheidek.); So ist diese die verlangte Schwere von einem Kubikzoll, oder Kubikfus von dem andern flüssigen Körper B, und es ist $1 : \frac{P}{p} = g : \frac{P}{p} \cdot g$. Man bekomt also die eigene Schwere eines flüssigen Körpers zu einer andern eigenen Schwere eines solchen Körpers, die man als 1 annimt, wenn man das Gewicht, welches der feste Körper in ienem verliehrt, durch das Gewicht dividirt, das er in diesem verlohren hat, das Gewicht von einer im geometrischen Maas bestimten Menge von dem ersteren, einem Kubikzoll, oder Kubikfus aber, wenn man seine solchergestalt gefundene eigene Schwere, durch die Schwere einer im geometrischen Maas bestimten Menge, eines

Kubikzolles, oder Kubikschuhes von dem leztern flüssigen Körper multiplicirt.

Es verliehre ein fester Körper im Wasser 722 Gran, in Milch aber 744 Gran: So verhält sich die specifische Schwere des Wassers zur specifischen Schwere der Milch, wie 722 : 744, oder, wenn man mit 722 dividirt, wie $1 : \frac{744}{722}$ (§. 216. der Markscheidek.). Nun sei das Gewicht eines Kubikfuses Wassers = 64 Pfund: So ist $1 : \frac{744}{722} = 64 : \frac{744}{722} . 64$, also wiegt ein Kubikfus Milch $65 \frac{686}{722}$ Pfund. Wiegt man sonst auch einen Kubikzoll, oder Kubikfus von einem festen Körper, der specifisch schwerer ist, als ein ieder flüssiger, in einem ieden flüssigen Körper: So ist das Gewicht, welches er in iedem flüssigen Körper verliehrt, die specifische Schwere von einem Kubikzoll, oder Kubikfus, und man bekomt zugleich die Verhältnisse der specifischen Schweren dieser flüssigen Körper (§. 110.).

Zu dem Abwiegen eines festen Körpers in einem flüssigen bedient man sich einer besonderen, einer sogenanten **Wasser- oder hydrostatischen Waage.** Sie bestehet aus dem Waagebalken AB, Tab. XIII. fig. 101, aus dem Fuse CD, aus der Waagschaale

schaale H, der Waagschaale FG, und der Glasperle E, welche von keinem flüssigen Körper so leicht angegriffen wird. An dieser Waage ist in freier Luft auf beiden Seiten alles im Gleichgewicht. Bringt man daher die Glasperle E in einen flüssigen Körper, so bekomt die Waagschale H einen Ausschlag, und wenn man auf FG so viel Gewicht legt, bis die Waage im Gleichgewicht ist: So ist dieses Gewicht die besondere Schwere dieses flüssigen Körpers.

## §. 212.

Weis man, wie schwer ein Kubikzoll, oder Kubikfus von einem flüssigen Körper wiegt: So kan man auch das Gewicht von ieder in Kubikzollen, oder Kubikfusen ausgedrukten Menge durch die Regeldetri finden (§. 240. der Markscheidek.).

Es wiege ein Kubikfus Wasser 64 Pfund, und man habe 300 Fus: So ist 1 : 64 = 300 : 300.64, also 1900 Pfund das gesuchte Gewicht.

## §. 213.

Eben so kan man auch den Raum finden, den eine gewisse durch die Schwere ausgedrukte Menge von einem flüssigen Körper einnimt, wenn nur zugleich bekant ist, wie gros der Raum ist, den eine gewisse Schwere einnimt. Man darf nemlich nur wissen, wie schwer 1 Kubikzoll oder Kubikfus von der flüssigen Materie ist: So findet man den Raum

von der gegebenen Schwere eben wohl durch die Regeldetri.

Man habe 1920 Pfund Wasser, und es wiege 1 Kubikfus 64 Pfund: So ist 64 : 1 = 1920 : $\frac{1920}{64}$, also 30 Kubikfus der gesuchte Raum.

§. 214.

**Ein fester Körper von leichterer Art, als ein flüssiger Körper, steigt in diesem in die Höhe.**

Beweis.

Es widerstehet ein flüssiger Körper dem Sinken eines festen Körpers mit einer Kraft, die der Schwere gleich ist, welche die Menge des flüssigen Körpers wiegt, die eben so vielen Raum einnimt, als der feste Körper in dem flüssigen (§. 205.). Wenn daher der feste Körper specifisch leichter ist, als der flüssige: So ist die Kraft, mit welchem ihm widerstanden wird, der Schwere der Menge des flüssigen Körpers, die eben so vielen Raum einnimt, als der feste, weniger der Schwere des festen Körpers gleich, er muß also mit dieser Kraft in die Höhe steigen, oder so gros muß die Kraft sein, die ihn in den flüssigen Körper erhalten kan.

§. 215.

Ist demnach das Gewicht des festen Körpers = P, das Gewicht des flüssigen aber, das eben so vielen

Raum

Raum einnimt, = p: So steigt er mit einer Kraft p — P in die Höhe. Es sei p = 3 Pfund, und P = 1 Pfund: So steigt der feste Körper mit einer Kraft von 2 Pfund in die Höhe.

§. 216.

Ist die Schwere des festen Körpers der Schwere des flüssigen gleich: So ist p — P = 0, und also wird der feste Körper in dem flüssigen weder sinken, noch steigen, sondern an iedem Ort in dem flüssigen Körper ruhig sein.

§. 217.

Ein fester, aber specifisch leichterer Körper, als ein flüssiger, steigt zwar in diesem in die Höhe (§. 214.), aber er taucht sich gerade so tief in den flüssigen ein, bis die Menge des flüssigen Körpers, die er aus ihrer Stelle treibt, der ganzen Schwere des festen Körpers gleich ist.

**Beweis.**

Der feste Körper ABCD, Tab. XIIII. fig. 102, sinkt mit seiner ganzen Schwere in den flüssigen Körper FGHE (§. 43.), und es widerstehet ihm der flüssige Körper beim Sinken mit einer Kraft, die der Schwere der Menge des flüssigen Körpers gleich ist, die er aus ihrer Stelle treibt (§. 206.). Da nun seiner Schwere im Sinken ehe kein Wider-

stand geleistet wird, als bis die Menge von dem flüssigen Körper, die er aus ihrer Stelle treibt, seiner ganzen Schwere gleich ist: So folgt auch, daß er sich gerade so tief eintauchen müsse, bis die Menge von dem flüssigen Körper, die er aus ihrer Stelle treibt, seinem ganzen Gewicht gleich ist.

§. 218.

Aus dem Raum, den ein specifisch leichterer fester Körper in einem flüssigen einnimt, und der specifischen Schwere des leztern, findet man demnach die Schwere des festen Körpers, wenn man die specifische Schwere des flüssigen Körpers in ienen Raum multiplicirt.

Es sei die specifische Schwere des flüssigen Körpers = m, der Raum von dem eingetauchten leichtern festen Körper = u, und die Schwere dieses Körpers = P; So ist mu = P, oder, wenn m ein Kubikfus Wasser von 64 Pfund, u aber 2 Kubikfus ist, des festen Körpers Schwere 128 Pfund.

§. 219.

Weil P = mu (§. 217. und 218.): So ist auch, wenn man beiderseits mit m dividirt, $\frac{P}{m} = u$ (§. 306. der Markscheidek.), und also die Gröse des eingetauchten Teils der Quotient, der heraus komt, wenn man das ganze Gewicht des festen

Körpers

Körpers durch die specifische Schwere des flüssigen Körpers dividirt.

Ist das ganze Gewicht P des festen Körpers 128 Pfund, und die specifische Schwere m des flüssigen Körpers 64 Pfund: So ist die Gröse des eingetauchten Teils vom festen Körper 2 Kubikfus.

§. 220.

Die Schwere des specifisch leichtern festen Körpers verhält sich zur Schwere des specifisch schwerern flüssigen Körpers, wie sich die Gröse des eingetauchten Teils vom festen Körper zu seiner ganzen Gröse verhält. Denn die specifische Schwere des festen Körpers in seinen Umfang multiplicirt, ist der specifischen Schwere des flüssigen Körpers in den Raum des eingetauchten Teils vom festen Körper multiplicirt gleich (§. 217.). Wenn daher die specifische Schwere des ersten G, sein Umfang V, und die specifische Schwere des andern g, der Raum des eingetauchten Teils aber v ist: So ist $G.V=g.v$, und also $G:g=v:V$ (§. 231. der Markscheidek.).

§. 221.

**Wenn man einen festen Körper, der specifisch schwerer ist, als ein flüssiger, in einem hohlen, aber grosen Raum ausbreitet, und zwar so, daß die Menge von dem flüssigen Körper, welche diesen Raum ausfült, schwerer ist, als der feste Körper, so muß er schwimmen.**

Beweis.

Der flüssige Körper widerstehet dem festen mit der Kraft, die der Schwere gleich ist, welche die Menge Wasser wieget, die dem Raum des festen Körpers gleich ist (§. 205.), eben daher aber muß er in die Höhe steigen und schwimmen (§. 214.).

§. 222.

**Aus dem gegebenen Gewicht eines specifisch schwerern Körpers, als eines flüssigen, und der specifischen Schwere dieses des flüssigen Körpers die Gröse des hohlen Raums zu finden, worinnen man ienen ausbreiten muß, wenn er schwimmen soll.**

Auflösung.

Weil, wenn u der Raum, P das Gewicht des festen Körpers, und m die specifische Schwere des flüssigen Körpers ist, $u = \frac{P}{m}$, also der Raum allemal der Quotient ist, der heraus komt, wenn man das Gewicht des festen Körpers durch die specifische Schwere des flüssigen dividirt (§. 219.); So dividire man nur das Gewicht des festen Körpers durch die specifische Schwere des flüssigen; So ist der Quotient der verlangte Raum, und der feste Körper muß, wenn er in diesen ausgebreitet wird, schwimmen. Denn ist x der gesuchte Raum, so ist das Gewicht des flüssigen Körpers, das die

ganze Höhlung ausfült = $mx$, und dieses ist dem ganzen Gewicht des festern Körpers gleich, also $mx = P$ (§. 217. und 218.), und $x = \frac{P}{m}$ (§. 219.).

§. 223.

Man begreift leicht aus dem vorigen §., daß ein hohler fester Körper, der viel leichter ist, als die Menge von dem flüssigen Körper, die eben so vielen Raum einnimt, als dieser der feste, nicht nur auf dem flüssigen schwimmen, sondern auch noch andere Körper in demselben aufbehalten werden können, ohne daß derselbe sinket, oder untergehet, nur muß das Gewicht von dem festen Körper, und denen darinnen befindlichen andern Körpern nicht schwerer sein, als die Menge von dem flüssigen Körper, die eben so vielen Raum einnimt, als dieser der feste, und hierauf beruhet das Wesentliche, von dem Schwimmen der Körper, und der Schifbaukunst.

§. 224.

Nimt man ein hohles Gefäse, das auf einem flüssigen Körper schwimt, und wirft bei verschiedenen flüssigen Körpern stets so viele Gewichte in dasselbe, bis es sich in iedem gleich tief eintaucht; So hat $u$ stets ein und eben dieselbe Gröse: Und weil $u = \frac{P}{m}$ (§. 219.); So ist auch $\frac{P}{m}$ stets einerlei:

Aber

Aber weil die flüssigen Körper in ihrer Schwere verschieden sind; So sind die Grösen P und m nicht immer einerlei. Gesezt nun, es sei bei flüssigen Körpern das Gewicht des Gefäses mit denen hinein geworfenen Gewichten, bei einer flüssigen Materie die A heisen soll, $= P$, ihre specifische Schwere aber $=$ M: So ist $u = \frac{P}{M}$. Es sei ferner das Gewicht des Gefäses mit denen hineingeworfenen Gewichten bei einem flüssigen Körper, der B heisen mag, $= p$, seine specifische Schwere aber $= m$: So ist $u = \frac{p}{m}$. Also $u = \frac{P}{M}$, und $u = \frac{p}{m}$, folglich $\frac{P}{M} = \frac{p}{m}$ (§. 39. der Markscheidek.), oder $P : M = p : m$ (§. 217. der Markscheidek.), und $P : p = M : m$ (§. 233. der Markscheidek.). Da nun M die specifische Schwere von A, und m die specifische Schwere von B ist, P und p aber die gefundene Gewichte von A und B sind: So verhalten sich die in das hohle Gefäse geworfene Gewichte, das Gewicht des Gefäses selbst mit dazu gerechnet, wie die specifischen Schweren der flüssigen Körper A und B, und also läst sich auch hierdurch die specifische Schwere der flüssigen Körper, und ihre Verhältnis finden (§. 211.).

§. 225.

Die specifischen Schweren verschiedener Körper verhalten sich, wie die Produkte aus dem Gewicht des einen in freier Luft, in das Gewicht des andern in einem flüssigen Körper.

Beweis.

Die specifischen Schweren zweier Körper seien A und B, das Gewicht des ersteren in der Luft a, des andern aber b, der Verlust des ersten in einem flüssigen Körper c, des andern aber d, endlich die specifische Schwere des flüssigen Körpers C: So ist A: C = a: c (§. 206.), und C: B = d: b (§. 206.), also, wenn man beide Proportionen in einander multiplicirt, AC: CB = ad: bc (§. 202. Bew.), und wenn man in der ersten Verhältnis mit C dividirt, A: B = ad: bc (§. 216. der Markscheidek.).

Nimt man die beiden Körper so, daß einer so schwer ist, wie der andere: So ist a = b. Wenn man daher in der Proportion A: B = ad: bc, und zwar in der andern Verhältnis mit a = b dividirt: So ist A: B = d: c (§. 216. der Markscheidek.), und es verhalten sich also in diesem Fall die specifischen Schweren zweier Körper, wie verkehrt ihr Verlust in dem flüssigen Körper.

Man wird also hierdurch in den Stand gesezt, die specifischen Schweren verschiedener Körper durch

Abwie-

Abwiegen in einem flüssigen Körper mit einander zu vergleichen, und so hat man die specifische Schwere der Metalle, und anderer Körper mit einander verglichen.

§. 226.

Bei zwei mit einander vermischten Metallen, die nach der Vermischung noch einen so grosen Raum einnehmen, als sie beide vorher einzeln eingenommen haben, aus dem Verlust, den diese Masse in einem flüssigen Körper leidet, zu finden, wie schwer von einem ieden Metall in der vermischten Masse enthalten ist.

Auflösung.

Das Gewicht des einen Metalls A, das in der Vermischung ist, sei in freier Luft = a, sein Verlust am Gewicht in einem flüssigen Körper aber = e, das Gewicht des andern Metalls B, welches in dieser Vermischung ist, sei in freier Luft = b, sein Verlust am Gewicht in eben dem flüssigen Körper aber = h, das Gewicht des vermischten Klumpens M hingegen sei in freier Luft = c, sein Verlust an diesem Gewicht in ein und eben demselben flüssigen Körper aber = k, endlich sei das zu findende Gewicht von dem Metall A in dem vermischten Klumpen = x: So ist, weil c das ganze Gewicht von dem vermischten Klumpen M ist, und die Gewichte von dem Metall A und B das ganze Gewicht dieses Klumpens ausmachen, das Gewicht

von

von dem Metall B in diesem Klumpen $= c - x$.

Weil nun von dem Metall A das Gewicht a in freier Luft, zu seinem Verlust e im flüssigen Körper, wie das Gewicht x zur vierten geometrischen Proportionalzahl (§. 205.): So ist auch $a : e = x : \frac{ex}{a}$, also $\frac{ex}{a}$ der Verlust von dem Gewicht x des Metalles A. Weil ferner von dem Metall B das Gewicht b in freier Luft, zu seinem Verlust h in dem flüssigen Körper, wie $c - x$ zur vierten geometrischen Proportionalzahl (der angef. §.): So ist $b : h = c - x : \frac{ch - hx}{b}$, und also ist $\frac{ch - hx}{b}$ der Verlust von dem Gewicht $c - x$ des Metalles B.

Der Verlust von dem Gewicht x von dem Metall A, und der Verlust von dem Gewicht $c - x$ von dem Metall B, müssen dem Verlust k von dem ganzen Klumpen gleich sein, weil diese Gewichte den ganzen Klumpen ausmachen, und demnach ist $\frac{ex}{a} + \frac{ch - hx}{b} = k$.

Man suche also nunmehr in dieser Gleichung x, man bringe nemlich x auf eine Seite. In dieser Absicht multiplicire man in der Gleichung

ex

$\frac{ex}{a} + \frac{ch - hx}{b} = k$ beiderseits mit a: So ist

$ex + \frac{ach - ahx}{b} = ak$ (§. 89. und 305. der Markscheidek.).

Man multiplicire beiderseits mit b: So ist $bex + ach - ahx = abk$ (der angef. §.). Jezt ziehe man beiderseits $ach$ ab: So ist $bex - ahx = abk - ach$ (§. 87. und 304. der Markscheidek.). Weil nun $bex - ahx = (be - ah)x$; So ist auch $(be - ah)x = abk - ach$ (§. 25. der Markscheidek.): Und weil $abk - ach = (bk - ch)a$; So ist auch $(be - ah)x = (bk - ch)a$ (der angef. §.). Dividirt man nun endlich beiderseits mit $be - ah$; So ist $x = \left(\frac{bk - ch}{be - ah}\right)a$.

Wenn man diesemnach das Gewicht des Metalls B in freier Luft mit dem Verlust des vermischten Klumpens im flüssigen Körper multiplicirt, und von diesem Produkt das Produkt abziehet, welches heraus komt, wenn man das Gewicht des vermischten Klumpens in freier Luft mit dem Verlust des Metalles B im flüssigen Körper multiplicirt, hernachmals aber auch das Gewicht von dem Metall B in freier Luft mit dem Verlust des Metalls A im flüssigen

sigen Körper multipliciret, und von diesem Produkt das Produkt aus dem Gewicht des Metalls A in freier Luft, in den Verlust des Metalls B im flüssigen Körper abziehet, endlich aber ienen Rest durch diesen dividirt, und den Quotienten mit dem Gewicht des Metalls A in freier Luft multiplicirt: So bekomt man das Gewicht von dem Metall A, so in dem vermischten Klumpen M befindlich ist, das Gewicht von dem in diesem Klumpen befindlichen Metall B aber, wenn man das Gewicht vom Metall A, von dem Gewicht des Klumpens M abziehet.

Es sei a = 37 Pfund Zinn, der Verlust im Wasser e = 5 Pfund, b = 23 Pfund Blei, sein Verlust im Wasser h = 2 Pfund, der aus beiden vermischte Klumpen wiege c = 120 Pfund, sein Verlust im Wasser k = 14 Pfund: So ist

$$\left(\frac{bk - ch}{be - ah}\right) a = x = \left(\frac{23.14. - 120.2}{23.5 - 37.2}\right)$$

$$37 = \left(\frac{322 - 240}{115 - 74}\right) 37 = \frac{82}{41} . 37 = 2.$$

37 = 74 Pfund.

Wir bemerken hierbei, daß die Metalle, wenn sie mit einander vermischt werden, öfters nach der Vermischung einen kleinern Raum einnehmen, als sie zuvor zusammen einzeln eingenommen haben.

Es fehlt also in einem solchen Fall dieser Rechnung die Genauigkeit.

# Die dritte Abhandlung.

Von der

# Aerometrie.

§. 227.

Wenn wir uns schnell fort-, oder eine Fläche mit einiger Geschwindigkeit nach dem Gesicht bewegen: So fühlen wir, daß etwas gelinde an das Gesicht anstößt, ohne daß wir was sehen, und diese Materie, die alle Körper umgibt, und alle Räume ausfült, wenn sie von keinem andern Körper ausgeschlossen ist, heist die **Luft** (§. 539. der Mineral.).

§. 228.

Die **Wissenschaft**, welche die **Kräfte** und **Eigenschaften** der **Luft** lehret, nent man die **Aerometrie**.

§. 229.

Wenn die Materie eines Körpers durch irgend eine äusere Kraft in einen kleinern Raum gebracht wird: So sagt man, daß der Körper gepreßt, oder zusammen gedrukt, und zwar zusammen gezogen oder verdichtet werde, wenn die Kälte, der

Mangel

Mangel, den wir an der Wärme empfinden (§. 554. der Mineral.), die Ursache von dieser Zusammenpressung ist.

§. 230.

Wird die Materie eines Körpers in einen grösseren Raum gebracht: So sagt man, daß er ausgedehnet, oder ausgebreitet werde.

§. 231.

Ein Körper ist elastisch, wenn er durch seine eigene Kraft seine vorige Gestalt wieder annimt (§. 15.), also ist ein flüssiger Körper elastisch, wenn er sich zusammen pressen läst, aber wieder ausdehnet, so bald die Pressung aufhört.

§. 232.

Die Luft läst sich zusammen pressen, und ist elastisch.

Beweis.

Man stose in das Wasser ABCD, Tab. XIIII. fig. 103, ein Glas EFGH, und zwar so, daß die Oefnung EF die Oberfläche AD des Wassers in allen Punkten zugleich berührt, also senkrecht: So wird, wenn in dem Glase nichts ist, was dem Eindringen des Wassers widerstehet, das Wasser in dem Glas so hoch stehen, als das Wasser um dieses Glas (§. 195.), aber der Versuch zeigt gerade das Gegenteil, es stehet nemlich das Wasser

in dem Glase nur in einer gewissen Höhe IK, und also niedriger, als das Wasser um das Glas. Nun fült die Luft alle leere Räume aus (§. 227.), und daher ist allein die Luft die Ursache, daß das Wasser im Glas nicht so hoch stehet, als das Wasser um dieses Glas, es ist aber auch der ganze Raum EFGH, ehe man das Glas in das Wasser stauchte, mit Luft angefült gewesen, und daher wird die Luft aus dem Raum EFGH in den Raum IKGH zusammen gepreſt. Bei diesem Versuch wird man aber auch zugleich gewahr, daß man das Glas mit einer gewissen Kraft in dem Wasser halten muß, wenn es stehen bleiben soll: Nimt man dasselbe hingegen zwischen beide Hände, und läst es nach und nach los; So fält es mit einer grosen Geschwindigkeit zur Seite, das Glas fült sich iezt ganz mit Wasser, und es steigen Blasen in die Höhe, welche auf der Oberfläche des Wassers zerplazzen. Es muß diesemnach in dem Glase etwas sein, was sich auszudehnen sucht, und diese Bewegung hervorbringt, dieses aber ist die in dem Glase zusammen gepreste Luft. Nun ist aber dieses die Wirkung der Elasticität (§. 231.), und daher läst sich die Luft zusammen pressen, und sie ist elastisch.

Man kan diese Wahrheit durch noch viele andere einfache Versuche bestättigen. Bindet man z. E. die Oefnung einer Blase an einen Federkiel, bläst diese Blase auf, und bindet alsdann dieselbe zu:

So ist solche ganz mit Luft angefült. Drukt man nun in die Blase mit dem Finger eine Grube, so wird man finden, daß diese so bald wieder vergehet, als man den Finger wegthut.

§. 233.

Weil eine Kraft die Luft nicht weiter zusammen zu pressen vermag, so bald die Kraft ihrer Elasticität dieser drukkenden Kraft gleich wird: So begreift man auch leicht, daß die elastische Kraft der Luft der Kraft gleich sei, womit sie zusammen gepreßt wird, und also ein Gleichgewicht entstehe (§. 29.).

§. 234.

Ich habe mich des im 232. §. gedachten ersten Versuchs, in Ermangelung eines Sohllöffels (§. 33. der Grubenbauk.), schon lange Jahre bedient, um das Sauerwasser aus dem Boden der Brunnen zu schöpfen, die nur einige Fus tief waren. Ich habe nemlich ein Glas mit einer so grosen Geschwindigkeit, als es mir nur immer möglich ware, senkrecht auf die Oberfläche des Brunnens gestaucht, und in dieser Richtung habe ich das Glas, so bald es durch die Oberfläche des Sauerbrunnens durch ware, auf den Boden des Sauerbrunnens gedrukt. Hatte ich diesen erreicht, so drehete ich das Glas um, da dann die Luft aus dem Glase und dem Brunnen in der Gestalt der Blasen heraus stiege, das Glas selbst

aber sich fülte. Nunmehr hobe ich das Glas mit dem in ihm befindlichen Wasser senkrecht, und langsam aus dem Brunnen, damit sich das am Boden gefülte Wasser mit dem übrigen nicht vermischen mögte, und so bekame ich das Wasser, meiner Absicht gemäs, gleich frisch aus der Quelle. Waren die Brunnen so tief, daß ich den Boden mit der Hand nicht erreichen konte: So bande ich an eine Schnur AB, Tab. XIIII. fig. 104, ein Arzeneiglas AC, unten an dieses Glas aber ein Gewicht D. Dieses Glas nun liese ich in den Brunnen fallen, so fülte sich dasselbe, weil das obere Wasser so geschwinde nicht in das Glas dringen konte, als dasselbe im Wasser hinunter fiele, so bald es an den Boden kame, und es stiege die Luft in Blasen aus dem Brunnen, da ich dann das Glas mit dem Wasser aus dem Brunnen heraus zoge. Dieses auf dem Boden an dem einen, oder andern Ort gefülte Wasser nun untersuchte ich auf seine Bestandteile, eben das aber thate ich auch mit dem in der Oberfläche befindlichen Wasser, und ich fande alzeit, daß das Wasser an dem Boden des Brunnens ungleich stärker ware, als wie in der Oberfläche, überhaupt aber wurde ich gewahr, daß das Wasser an dem Boden nicht in allen Jahren, und allen Zeiten des Jahres gleich stark ware. Da das Wasser in der Oberfläche ausdünstet: So begreift man leicht, warum es an dem Boden stärker ist, als wie in

in der Oberfläche, man siehet aber auch zugleich die Ursache ein, warum man das Wasser in den Gesundbrunnen nicht hoch steigen lassen, nemlich die Brunnen nicht so tief machen soll. Ich habe verschiedenen Sauerbrunnen, die an der Menge des Wassers verlohren hatten, und daher, wegen des geringen Zuflusses in der Oberfläche ganz verdünsteten, dadurch wieder aufgeholfen, daß ich sie neu gefast, und das Wasser nur einige Fus hoch habe steigen lassen. Der Unterscheid, welcher sich an dem Boden des Brunnens in dem Sauerbrunnen zeigt, liegt wahrscheinlicher Weise in der mehr, oder wenigern Menge des Regenwassers, das sich zu ihnen gesellet: Denn es ist eine bekante Sache, daß die Gesundbrunnen gemeiniglich bei dem Regenwetter schwächer sind, als wie bei warmen Tagen, ich habe indessen bei verschiedenen, besonders bei dem zu Hanau gelegenen sogenanten guten Brunnen, der meist Eisenvitriol enthält, das Gegenteil gefunden. Dieser wird bei dem Regenwetter stets etwas stärker, vermuthlich aus der Ursache, weil alsdann das in dem Erdboden befindliche Regenwasser, das sich zu ihm gesellet, mehr Eisenvitriol auflöst.

Alles dieses habe ich bei dieser Gelegenheit nur im Vorbeigehen erinnern wollen.

§. 235.

Aus dem ersten Versuche, welchen der Beweis des 232. §. enthält, begreift man, wie sich ein

Mensch in einer Täucherglokke (Campana urinatoria) einige Zeit unter dem Wasser aufhalten kan. Sie bestehet aus einer hölzernen oder metallenen Glokke ABC, Tab. XIIII. fig. 105, woran ein Fusbrett D mit Strikken AD, GD und CH befestigt ist, und in welcher Glokke verschiedene Gläser, wodurch man sehen kan, eingesezt sind. In diese Glokke tritt das Wasser, wenn ein Mensch auf dem Fusbrett stehet, vermöge des ersten Versuchs im 232. §. nur bis auf eine gewisse Höhe EF, und es kan also in dem Raum EBF der Glokke ein Mensch einige Zeit leben. Man gebraucht sie mit grosem Nuzzen, um untergegangene Dinge wieder aufzusuchen, oder den Boden im Wasser zu untersuchen, wenn man auf denselben bauen will.

§. 236.

**Die Luft drukt nach allen Seiten.**

**Beweis.**

Wenn man einen Cylinder mit einem Boden hat, an welchem Cylinder sich ein Krahnen, oder ein Hahn befindet, auser dem aber auch einen Stempel, der genau in diesen Cylinder passet, und man verschliest den Hahn, drukt alsdann aber die Luft in dem Cylinder zusammen, und öfnet hernach den Hahn: So wird die Luft zu diesem Hahn heraus dringen, es befinde sich auch derselbe, wo er wolle, noch mehr aber wird man hiervon überzeugt, wenn man

man an den Krahnen eine nicht aufgeblasene Blase bindet; Denn diese wird so bald von der Luft aufgeblasen, als man den Hahnen öfnet.

Drukt man den Stempel bei verschlossenem Hahn, so weit als man kan, in den Cylinder, und läst ihn hernach gehen, so gehet er von selbst wieder zurük, dieses ist also auch ein Beweis, daß die Luft zusammen gepreßt werden könne, und sich wieder ausdehne, folglich elastisch sei (§. 232.).

## §. 237.

### Die Luft ist schwer.

#### Beweis.

Man stekke eine Röhre, die an beiden Seiten offen ist, in das Wasser: So wird das Wasser in der Röhre so hoch, als wie in dem Gefäse stehen (§. 195.). Man halte den Daumen auf die eine Oefnung, und nehme die Röhre aus dem Wasser heraus, so wird das Wasser nicht aus der untern Oefnung der Röhre heraus fallen, sondern die Röhre mit dem Wasser gefült bleiben. Man thue hingegen den Daumen weg: So stürzt das Wasser, vermöge seiner Schwere (§. 43.), so gleich aus der Röhre. Es entstehet also bei der ersteren Erscheinung die Frage, was hält das Wasser in der Röhre? Der Daumen, oder das, was sonst die Röhre verschliest, thut es nicht, auch hält die inwendige Seite der Röhre das Wasser nicht, weil sonst das-

selbe nicht heraus fallen würde, wenn man den Daumen wegthut, noch weniger aber erhält sich das Wasser aus der eben angezeigten Ursache, aus seiner eigenen Kraft in der Röhre; nichts als eine äusere Ursache kan also der Grund sein, warum das Wasser in der Röhre erhalten wird, und diese kan nirgends anderswo sein, als unten an der Röhre, weil das Wasser oben und zur Seite an nichts äuseres anstöset. Nun ist aber die Luft, derienige Körper, welcher alle andere umgibt (§. 227.), und daher muß allein in dieser die Ursache zu finden sein, warum das Wasser nicht aus der Röhre fält, wenn sie oben verschlossen ist, und sie muß dem Wasser entgegen drukken, daß es nicht heraus fallen kan. Die Luft drukt also in die Höhe, noch aber ist nicht erwiesen, daß sie gegen die Erde drukt, und schwer sei. Man nehme an, sie drukke aus ihrer eigenen Kraft in die Höhe, oder würde von irgend einer Kraft über sich getrieben: So wird, wider alle Erfahrung, keine Luft an der Erde sein können, es sei dann, daß alle Augenblikke neue geschaffen würde, dieses aber ist ungereimt, und läst sich nicht denken. Man nehme ferner an, daß die Luft blos ruhig sei, also weder unter sich, noch über sich gedrukt, oder die Luft horizontal bewegt werde, so wird sie wieder nicht über sich drukken. Und demnach muß man sich gedenken, daß die Luft auf die Erde drukt, und daß alsdann darinnen eine iede Luftsäule von der

umste-

umstehenden Luft, so wie ein ieder Teil eines flüssigen Körpers (§. 196.) gedrukt werde, da dann dieselbe, indem sie der umstehenden Luft ausweichen will, in die Höhe drukt, und das Wasser hält, daß es nicht aus dieser Röhre fallen kan. Der Druk der Luft gegen die Erde ist also die Ursache von dieser Erscheinung, und daher ist die Luft schwer (§. 34.).

§. 238.

**Die Luft wird durch die Wärme ausgedehnt** (§. 539. der Mineral.).

Beweis.

Man nehme eine Lammsblase, worinnen sehr wenig Luft ist, und binde sie fest zu, man halte dieselbe alsdann aber über ein Feuer: So wird sich die Luft so sehr ausdehnen, daß die Blase zulezt zerspringt, und dieser Versuch beweist, daß die Wärme die Luft ausdehnet (§. 230.).

§. 239.

Die Elasticität der Luft wird also durch die Wärme vermehrt, und man siehet hieraus, daß eine erwärmte Luft einer kalten und dichtern das Gleichgewicht halten kan (§. 233.).

§. 240.

Durch das Erhizzen der Luft bringt die Natur und Kunst die erstaunlichsten Wirkungen in dem

Reiche

Reiche der Natur hervor, eben daher aber bedient man sich dieses Mittels gar häufig, in den Künsten und Wissenschaften, um diesen oder ienen Endzwek zu erreichen.

## §. 241.

**Der Druk der Luft auf einen Raum richtet sich nach der Höhe der Luftsäule, welche über diesem Raum stehet.**

### Beweis.

Wenn ABDC, Tab. XIIII. fig. 106, eine Luftsäule ist: So drukt diese mit ihrer Schwere auf AB (§. 237.), aus dem Beweise eben dieses §. ist aber auch klar, daß die Luft unter dem Raum AB mit einer Kraft in die Höhe drukt, die dem Druk der Luftsäule ABCD über AB gleich ist. Nun wird aber auch die Luft um AB über und neben ihr von Luftsäulen gedrukt, welche BC zur Höhe haben, und daher sucht auch diese in den Raum AB einzudringen. Der Druk der Luft auf den Raum AB richtet sich demnach auf allen Seiten nach der Höhe der Luftsäule BC.

## §. 242.

Man begreift hieraus, warum die Luft in alle nicht verschlossene, oder leere Räume eindringt (§. 227.), daß die Luft in einerlei Höhe, aber verschiedenen neben einander liegenden Orten gleich stark geprest, und gleich dicht sei, also auch einerlei

Kraft

Kraft der Elasticität habe, in einem tiefern Ort hingegen ist dieselbe mehr gepreßt, ihre Dichtigkeit ist gröser, und also auch ihre Elasticität (§. 233.).

§. 243.

In einerlei Höhe AB drukken also die neben einander liegende Luftsäulen gleich stark, die Luftsäule CF, die höher ist, als CB, hingegen drukt stärker als CB, und hieraus siehet man leicht ein, daß die Luft in einerlei Höhe gleich stark drukket, in einem niedrigen Ort EF hingegen drukt die Luft mit einer gröseren Gewalt, als wie in einem höhern AB. Auf diese Wahrheiten haben wir den Wetterwechsel gegründet (§. 127. und folg. der Grubenbauk.).

§. 244.

**Die Luft muß um die Erde gleich hoch stehen, und die Erde wie eine Kugel umgeben.**

Beweis.

Wenn man sich gedenket, daß ein Teil der Luft um die Erde höher stehet, als wie der andere: So muß sich derselbe, da keine Luft neben ihm stehet, als ein flüssiges Wesen ausdehnen, und den Ort einnehmen, wo keine Luft ist (§. 232. und 242.). Diesemnach muß sie um die Erde gleich hoch stehen, und weil sie sich auf die Art um die Erde gleich hoch anschliest, die Erde in Gestalt einer Kugel umgeben, zum voraus gesezt, daß die Erde die Gestalt einer Kugel hat.

§. 245.

Diese Luft, welche die Erde wie eine Schale einen Kern umgibt, nent man die Atmosphäre, oder den Luftkreis.

§. 246.

Eine Maschine, wodurch man die Luft verdünnen kan, nent man eine Luftpumpe. Sie bestehet bald aus einem vertikalen, und bald aus einem schiefliegenden Cylinder; die erstere ist die beste, wir wollen aber die leztere, die wenigstens in Deutschland am gewöhnlichsten ist, beschreiben.

§. 247.

Die Luftpumpe bestehet

1) aus einem starken messingenen Cylinder ABCD, Tab. XIIII. fig. 107, der sehr glatt, und gleich gebohret ist.

2) In diesem Cylinder ist eine mit Zähnen versehene eiserne Stange IG, an dieser Stange aber befindet sich ein aus ledernen Scheiben zusammen gesezter Stempel EFGH, welcher so genau in den inwendigen Cylinder schliest, daß keine Luft zwischen ihm, und der innern Fläche des Cylinders eindringen kan.

3) In diese Stange greift ein Getriebe K mit einem Krenzhaspel (§. 153. und 156.), wodurch man dann den Stempel in dem Cylinder ein- und auswinden kan.

4) An

4) An dem Boden BC des Cylinders befindet sich eine enge metallene Röhre LM, die bei M eine Schraube, bei L aber einen metallenen Stöpfel hat, den man nach Gefallen heraus nehmen, und dadurch den Zugang der äusern Luft hindern, oder die Gemeinschaft der innern und äusern Luft wieder herstellen kan. In eben dieser Röhre nun befindet sich auch noch ein Hahn OP, in welchen nach seinem Durchmesser ein Loch gebohret ist, und wodurch also, ie nachdem man denselben drehet, die Gemeinschaft zwischen der Luft im Cylinder, und der Röhre OM unterhalten, oder gehemmet werden kan.

5) An die Schraube in M an der Röhre LM ist durch Hülfe einer Mutter, die bei S einen kleinen Hahn hat, ein Teller QR geschraubt. Endlich

6) befindet sich auf diesem Teller, durch welchen das Loch in iener Mutter gehet, und worauf ein feuchtes Leder liegt, ein gläsernes Gefäse TUV, eine sogenante Glokke, oder ein Recipient.

Ist in dem Hahn OP noch ein anderes Loch befindlich, welches mit der freien Luft Gemeinschaft hat, aber auf dem zuvor gedachten senkrecht stehet: So braucht man den Stöpfel L nicht, und die Maschine ist bequemer.

## §. 248.

**Die Luft durch die Luftpumpe in dem Recipienten zu verdünnen.**

Auf-

Auflösung.

1) Man sezze die Glokke auf den Teller der Luftpumpe, zwischen sie und den Teller aber lege man ein feuchtes Leder, das über der Mutter des Tellers ein Loch hat, damit sich die Glokke fest an den Teller andrukt.

2) Man verschliese den Hahn OP, man schneide nemlich die Gemeinschaft zwischen der Luft in dem Cylinder, und der Luft in der Glokke ab. Jezt

3) winde man den Stempel EFGH bis in AD heraus: So kan in den Raum des Cylinders zwischen AD, und BC keine Luft kommen, und dieser Raum ist leer von Luft.

4) Man öfne den Hahn OP, oder stelle die Gemeinschaft zwischen dem Raum im Cylinder, und der Luft in der Glokke wieder her: So wird die Luft unter der Glokke durch die Röhre LM durch, und in den Cylinder tretten, und sich in den ganzen hohlen Raum ausbreiten, und zwar so lang, bis sie durchgehends gleich dicht ist (§. 232. 233. und 242.). Die Luft also, welche vorhin allein den Raum unter der Glokke TUV einnahme, erfült iezzo den Raum in dem Cylinder, und der damit verknüpften Röhre, also ist die Luft verdünt. Nunmehr

5) verschliese man den Hahn OP, man schneide nemlich die Gemeinschaft zwischen der Glokke und dem Cylinder ab, und ziehe den Stöpfel L, wenn kein Loch in dem Hahnen ist, wodurch die Luft im Cylin-

Cylinder mit der freien Luft Gemeinschaft hat, wenn der Hahn verschlossen ist, heraus, den Stempel aber winde man wieder bis BC zurük: So wird die aus der Glokke in den Cylinder getrettene Luft wieder ausgepumpet.

6) Macht man iezt den Stöpfel L wieder fest, wenn einer da ist, und öfnet den Hahn OP wieder, stelt nemlich die Gemeinschaft zwischen der Glokke, und dem Cylinder wieder her, verfährt alsdann aber völlig wie vorher: So wird die Luft noch einmal unter der Glokke verdünt, und so kan man drei, vier und mehr Züge thun, um die Luft unter der Glokke mehr und mehr zu verdünnen.

§. 249.

Man nent einen solchen Raum, worinnen die Luft verdünt ist, das boyleische, oder vielmehr das guerikkische Leere (Vacuum), weil Otto von Guerikke zu Magdeburg im vorigen Jahrhundert die Luftpumpe erfunden, Boyle, ein Engländer, hernach aber solche verbessert hat.

§. 250.

Wir wollen einige Experimente, die man mit der Luftpumpe macht, aber nur in der Allgemeinheit anführen. Das erste ist dieses. Es sei ABCD, Tab. XIIII. fig. 108, ein metallener hohler Cylinder, worinnen eine enge Röhre FG befindlich ist,

die beinahe bis an den Boden AB reicht, und bei E mit einem Hähngen verschlossen werden kan, in dem Boden AB aber sei ein Loch H, das mit einer Schraube verwahret ist. Endlich sei K ein Aufsaz zu diesem Cylinder, der an G angeschraubt werden kan, bei a ein kleines Loch, und mit der Röhre FG Gemeinschaft hat. Diesen Cylinder fülle man ohngefähr zwei Drittel voll Wasser, und schraube ihn mit der Mutter bei G auf den Teller der Luftpumpe. Man ziehe den Stöpfel L aus der Luftpumpe, und winde den Stempel heraus: So tritt die äusere Luft in den Cylinder. Jezt öfne man den Hahn OP der Luftpumpe, und mache den Stöpfel wieder in die Pumpe, alsbald aber winde man den Stempel wieder in die Luftpumpe: So wird die Luft in dem bis auf $\frac{2}{3}$ mit Wasser gefülten Cylinder ABCD zusammen gepreßt. Man verschliese den Hahn OP, thue den Stöpfel weg, und winde den Stempel heraus, man stekke den Stöpfel wieder ein, öfne den Hahn, und winde den Stempel wieder hinein, so wird noch mehr Luft in diesen Cylinder gepreßt. Nunmehr schraube man den Cylinder ABCD mit dem Hahne E zu, und nehme denselben von dem Teller der Luftpumpe weg. Endlich schraube man den Aufsaz K an G, drehe den Cylinder um, und öfne den Hahn E, so wird das Wasser auch nur bei einer Auspumpung bei 40 Fus in die Höhe springen, und dieses ist die Wirkung der zusammen

sammen gepresten Luft, also ist es keinem Zweifel unterworfen, daß sich die Luft zusammen pressen läst (§. 232.).

§. 251.

Wenn man eine Blase, worinnen sehr wenig Luft ist, zusammen bindet, diese alsdann aber unter die Glokke der Luftpumpe hängt, und die Luft verdünnet (§. 248.): So schwilt die Blase auf, zulezt aber zerspringt dieselbe. Es ist also auch hieraus klar, daß die Luft in ihrem natürlichen Zustand gepreßt sei, daß sie sich auszudehnen strebet, und daß sie eine elastische Kraft habe (§. 232.).

§. 252.

Legt man auf einen hohlen Cylinder eine Blase, läst diese auf demselben trokken werden, und pumpt alsdann die Luft aus dem Cylinder: So wird die Blase in der Gestalt einer Halbkugel in den Cylinder gedrukt, eben das erfolgt aber auch, man mag zur Seite des Cylinders ein Loch anbringen, wo man will. Auch hieraus ist also klar, daß die Luft nach allen Seiten drukt (§. 236.).

§. 253.

Schraubt man eine hohle Kugel, die mit einer Mutter, darunter aber mit einem Hahnen versehen ist, auf die Luftpumpe, und pumpt die Luft so viel, wie möglich, aus ihr, verschliest alsdann aber diese

Kugel mit dem Hahn, und wiegt solche, öfnet nunmehr aber den Hahn wieder, damit Luft in die Kugel kommen kan, und wiegt solche auf das Neue, so findet man, daß dieselbe etwas schwerer ist, als wie vorher. Auch hierdurch wird also bewiesen, daß die Luft schwer ist (§. 237.). Da aber die Luft in niedrigen Oertern schwerer ist, als wie in höhern (§. 243.), auch die Luft durch die Wärme ausgedehnt wird (§. 238.): So ist klar, daß dieses Gewicht der Luft nur vor die Wärme zu der Zeit, und den Ort gilt, wo man die Luft in die Kugel gelassen hat. Der Baron von Wolf hat einen Kubikfus Luft 585 Gran Apothekergewicht gefunden.

§. 254.

Legt man eine Glasscheibe auf den Teller der Luftpumpe, und pumpt die Luft aus: So zerspringt solche, das aber thut die Glokke nicht, weil alle Kreise auf allen Seiten gleich stark gedrukt werden. Dieses beweist also, daß die Luft in alle leere Räume dringt (§. 242.). Von dem gewaltigen Druk der Luft auf einen leeren Raum kan man sich noch mehr überzeugen, wenn man zwei hohle Halbkugeln an den Orten, wo sie zusammen schliesen, mit Kitt verschmiert, damit keine Luft hinein dringen kan, diese Kugel alsdann aber mit einer an ihr befindlichen Schraubenmutter, woran ein Hahn ist, auf die Luftpumpe schraubt, und die Luft herauspumpet,

hernach aber auch den Hahn verschliest, und die Kugeln abnimt: Denn ist dieses geschehen; So muß man, nach Beschaffenheit ihrer Gröse, eine überaus grose Kraft anwenden, um sie von einander zu reisen. Otto von Guerikke hat diesen Versuch zuerst gemacht, und daher heisen diese Halbkugeln die guerikkische Halbkugeln.

§. 255.

Wenn man unter der Glokke der Luftpumpe, worinnen die Luft verdünt ist, eine Pflaumfeder und ein Stük Geld von einer Höhe, aber zugleich fallen läst: So fallen beide auf einmal zu Boden. Es ist also klar, daß blos der Wiederstand der Luft die Ursache sei, daß Körper von schwererer und leichterer Art mit so verschiedenen Geschwindigkeiten fallen, zugleich wird man aber auch einsehen, daß die Körper in freier Luft leichter sind, als im luftleeren Raum (§. 237. Bew.).

§. 256.

Wenn man die Luft unter der Glokke der Luftpumpe verdünt: So brent darunter kein Licht, es wird rund, und gehet nach und nach aus.

§. 257.

Bringt man ein Thier unter die Glokke der Luftpumpe, und pumpt die Luft aus, so stirbt solches, doch eins geschwinder, das andere langsamer.

§. 258.

Unter der Glokke der Luftpumpe entstehet, wenn die Luft ausgepumpt ist, niemals ein Schall, eine zitternde Bewegung der Luft, die von elastischen Körpern, und von einer gepresten, sich aber wieder plözlich ausdehnenden Luft entstehet.

§. 259.

Newton hat bemerkt, daß sich der Schall in einer Secunde 1088 londener Schuhe fortpflanzt. Andere haben diese Weite anders gefunden, allein der Unterscheid macht keine 100 Schuhe.

§. 260.

Da man das Licht, wegen der unmerklichen Zeit, die es zu seiner Fortpflanzung braucht, siehet, so bald es leuchtet, den Schall aber erst nachher hört; So kan man auch dadurch finden, wie weit ein Körper, z. E. eine losgebrente Kanone, oder der Donner entfernt sei: Denn man darf nur die Secunden von der Zeit, da man das Licht gesehen hat, bis zu der Zeit, da man den Schall gehört, mit 1088 multipliciren; So weis man die verlangte Weite (§. 259.).

§. 261.

Die Verdünnung der Luft unter der Glokke der Luftpumpe von einer gewissen Anzahl Züge hin

hin und her zu finden, vorausgesezt, daß sich die Luft bei ieder Auspumpung gleichförmig ausdehne.

Auflösung.

Die natürliche Luft UP, Tab. XIIII. fig. 107, in der Glokke TUV, und der Röhre PS, welche der äusern Luft, ehe man pumpet, in der Dichtigkeit gleich ist, sei = f, der Raum von UP = a, der Raum ADCBLP aber = b: So ist, weil der Raum UP + ADCBLP = dem Raum ADCBLU, der ganze Raum ADCBLU = a + b.

Wenn man nun den Stempel zum erstenmal herauszieh et: So dehnt sich die Luft in dem ganzen Raum a + b aus (§. 242.), und es ist in dem Raum a nur noch ein Teil von der natürlichen Luft f, welcher e heisen soll. Weil sich nun, vermöge der Voraussezzung, die Luft gleichförmig ausdehnt: So ist $a + b : a = f : e$, also $e = \frac{af}{a + b}$, oder $e = \frac{a}{a + b} \cdot f$. Wird iezt der Stempel zum zweitenmal zurük gezogen, und es heist der Teil der Luft e, welche in dem Raum a zurük bleibt, g: So ist aus den vorigen Gründen $a + b : a = e : g$. Demnach ist $g = \frac{a}{a + b} \cdot e$, aber $e = \frac{a}{a + b} \cdot f$, also

$g = \frac{a}{a+b} \cdot \frac{a}{a+b} \cdot f = \frac{a^2}{(a+b)^2} \cdot f$. Nach der dritten Auspumpung heise der Teil, welcher von g in dem Raum a zurük bleibt, h: So ist wieder $a + b : a = g : h$, also $h = \frac{a}{a+b} \cdot g$, aber $g = \frac{a^2}{(a+b)^2} \cdot f$, also $h = \frac{a}{a+b} \cdot \frac{a^2}{(a+b)^2} \cdot f = \frac{a^3}{(a+b)^3} \cdot f$, u. s. w. Sezt man nun, es sei r, die nach n Auspumpungen, nemlich nach einer gefälligen Anzahl Auspumpungen, zurük bleibende Luft in dem Raum a: So ist $r = \frac{a^n}{(a+b)^n} \cdot f$. Jezt dividire man beiderseits mit f: So ist $\frac{r}{f} = \frac{a^n}{(a+b)^n}$, und $r : f = a^n : (a+b)^n$, oder $f : r = (a+b)^n : a^n$ (§. 380. N. 2. der Markscheidek.). Es verhält sich also, da sich die Dichtigkeiten der Körper bei gleichen Räumen, wie ihre Massen verhalten (§. 21.), die natürliche Luft f zur verdünten r, wie der Raum a in die Dignität der Zahl der Auspumpen erhoben, zu dem Raum a + b in eben die Zahl der Auspumpungen erhoben. Ist a = 1, und a + b = 3, die Zahl der Auspumpungen aber 6: So ist f : r = 1 : 729, also ist

ist die verdünte Luft bei 6 Auspumpungen 729 mal dünner, als die natürliche. Man kan sich bei dieser Rechnung gar füglich der Logarithmen bedienen, man darf nemlich nur den Logarithmum von den Räumen a und a + b so oft nehmen, als Auspumpungen geschehen sind, so bekomt man die Verhältnis von f zu r.

§. 262.

Man wird leicht einsehen, daß sich die Luft nicht völlig unter der Glokke wegschaffen läst, aber bis auf einen solchen Teil, der keine merkliche Wirkung mehr hat, es gehet aber diese Verdünnung der Luft um desto geschwinder von Statten, ie kleiner die Glokke gegen den Cylinder ist.

§. 263.

Man fülle eine gläserne Röhre AB, Tab. XIIII. fig. 109, die über 28 Zoll lang, und an dem einen Ende verschlossen ist, mit Quecksilber. Man verschliese dieselbe oben an der Oefnung mit dem Daumen, kehre die Röhre um, und sezze die Oefnung in ein Gefäse CDEF, welches mit Quecksilber gefült ist, aber senkrecht: So wird das Quecksilber in der Röhre über der Oberfläche des Quecksilbers im Gefäse ohngefähr 28 Zoll hoch stehen bleiben, und oben ein leerer Raum BG übrig bleiben. Eben solche Versuche kan man mit einem ieden andern flüssigen Körper anstellen, dabei aber wird man

finden, daß der flüssige Körper stets um so viel mal höher in der Röhre stehet, als dieser Körper leichter, als das Quecksilber ist. Nun ist das Quecksilber beinahe 14 mal schwerer, als das gemeine Wasser, wenn man daher eine Röhre AB, Tab. XIIII. fig. 109, die etwas über 32 Schuhe lang, und unten mit einem Hahn versehen ist, mit gemeinem Wasser fült, dieselbe oben verschliest, und unten in ein Gefäse mit Wasser stelt, alsdann aber den Hahn öfnet: So fliest das Wasser nur bis auf eine Höhe von ohngefähr 32 Fus, ieden zu 12 Zoll, und diese Höhe von der Oberfläche des Wassers im Gefäse gerechnet heraus. Es entstehet aber hierbei über dem Wasser in der Röhre ebenwol ein luftleerer Raum BG. Dieser Versuch ist sehr kostbar, wenn man eine solche Röhre dazu machen lassen soll, in Städten aber, wie hier, wo ohnehin viele bleierne Röhren zu den Pumpen gemacht, und iezt aus einem Stük gegossen werden, macht man denselben mit wenigen Kosten.

§. 264.

Den luftleeren Raum BG nent man das toricellische Leere (vacuum toricellianum), die Röhre selbst aber, die mit Quecksilber gefült ist, die toricellische Röhre: Denn Evangelista Toricellus, ein Schüler des Galiläus, hat den Versuch mit Quecksilber 1643 zuerst gemacht, es ist aber dieser luftleere Raum viel reiner, als der, welchen man

durch

durch die Luftpumpe zuwege bringt, das guerikkische Leere (§. 249. und 261.), weil in ienem keine Luft ist, in diesem aber stets noch etwas zurück bleibt (§. 262.).

§. 265.

Da die Luft auf die Fläche des Quekſilbers, oder des Waſſers in dem Gefäſe drukt (§. 237.): So muß auch die Luftſäule, welche über dem Quekſilber, oder dem Waſſer in dem Gefäſe ſtehet, und bis an das Ende der Luft reicht (§. 263.), ſo ſtark drukken, als dieſe Quekſilberſäule von 28 Zoll, oder Waſſerſäule von 32 Fus, deren Grundfläche die Oefnung der Röhre iſt. Es ſind alſo flůſſige Körper von verſchiedener ſpecifiſchen Schwere, wovon der leichtere ungleich höher ſtehet, im Gleichgewicht. Man kan ſich von dieſem Druk der Luft auch durch Experimente ůberzeugen: Denn bringt man die mit Quekſilber gefůlte in dem Gefäſe CDEF befindliche Röhre AB unter eine Glokke der Luftpumpe, und pumpt die Luft aus; So fält das Quekſilber nach und nach bis in FE herunter: Läſt man aber, ehe das Quekſilber bis EF gefallen iſt, wieder Luft unter die Glokke; So ſteigt das Quekſilber wieder auf ſeine vorige Höhe.

§. 266.

Es drukt demnach die Luft ſo ſtark auf eine Fläche, als eine Quekſilberſäule von 28 Zoll, oder eine

eine Wassersäule von 32 Fus hoch wiegt, die eben diese Fläche zur Grundfläche hat (§. 197.). Wiegt zum Beispiel ein Kubikfus Wasser 70 Pfund, und die Grundfläche einer Röhre ist 1 Quadratfus: So enthält eine Röhre, worinnen 32 Fus hoch Wasser stehen, 32 Kubikfus Wasser, also, wenn man 70 mit 32 multiplicirt, 2240 Pfund, und so schwer drukt die Luft auf einen Quadratfus, es ist aber, als ob sie gar nicht gedrukt würde, weil die Luft auch eben so stark über sich drukt (§. 237. Bew.). Eben daher, und weil die innere Luft des Menschen mit der äusern im Gleichgewicht ist, komt es auch, daß ein Mensch, der auf allen Seiten mit einer Kraft von mehr als 20,000 Pfund gedrukt wird, nichts von diesem Druk empfindet.

§. 267.

Berechnet man demnach die äusere Fläche der Erde, als eine Kugel, deren Durchmesser beinahe 1720 teutsche Meilen ist (§. 805. der Markscheidek.), und zwar in Fusen, multiplicirt diese Zahl aber mit 32, und dann das Produkt mit 70: So bekomt man den ganzen Druk der Luft auf die Oberfläche der Erde, und bei diesem Druk hat man, da die innere Luft der Erde, der äusern bei weiten nicht das Gleichgewicht hält, nicht zu befürchten, daß ie ein allgemeines Erdbeben unsere Erde verwüsten werde.

§. 268.

Aus dem 197. und 265. §. ist klar, daß in einer Röhre, die schief gegen den Horizont liegt, das Wasser, oder das Quecksilber so hoch stehen müsse, bis die Perpendikularhöhe bei dem Quecksilber 28 Zoll, bei dem Wasser aber 32 Fus beträgt. Ueberhaupt erhellet aus dem 242. und 265. §, daß ein flüssiger Körper in einem Gefäse in die Höhe steigen müsse, und zwar um so viel mal höher, als das Quecksilber, als dieses schwerer ist, als iener, wenn dieses Gefäse mit der einen Oefnung unter Wasser stehet, das Gefäse selbst aber luftleer ist. Es steigt aus dieser Ursache ein ieder flüssiger Körper in einer Röhre in die Höhe, wenn man die Luft mit dem Munde aussaugt, oder auf sonst eine Art, durch einen Stempel, wie in der Luftpumpe, macht, daß in der Röhre ein luftleerer Raum entstehet.

§. 269.

Es ist noch nicht ausgemacht, nach was vor einem Gesez die Luft zusammen gedrukt wird. Man weis nicht, ob sie nach der Verhältnis der drukkenden Kraft, oder einer andern Kraft zusammen gedrukt wird: Wüste man aber diese; So könte man auch die Höhe der Atmosphäre bestimmen. Mariotte, Boyle und andere haben deswegen mit Quecksilber Versuche angestelt, aber nur mit kleinen Drukkungen, und diese lassen sich auf die ganze

Atmo-

Atmosphäre nicht anwenden. So viel haben sie gefunden, daß die Zusammendrukkungen sich verhalten, wie die drukkende Kräfte, wenn sie $1\frac{1}{2}$, 2 und 4 mal so gros sind, als der Druk der Atmosphäre.

§. 270.

Weil man durch die toricellische Röhre den Druk der Luft auf iede Fläche bestimmen kan (§. 266.): So bedient man sich auch derselben, um durch sie den veränderlichen Druk der Luft, oder der Atmosphäre zu bestimmen, und in dieser Absicht heist dieselbe ein Barometer. Dieses Barometer, das aus Glas bestehet, und oben zugeschmolzen ist, stehet entweder mit dem untern offenen Teil in einem Gefäse mit Quecksilber, Tab. XV. fig. 110, oder der untere Teil AB, Tab. XV. fig. 111, ist gebogen, stehet über sich, und ist bei B an der Kugel offen, damit das Quecksilber, wenn es fält, nicht heraus läuft, da dann die Kugel B, die Stelle des Gefäses vertritt. Weil man durch dieses Instrument die eigentliche Schwere der Luft nicht messen kan: So nent es der Freiherr von Wolf ein Baroscopium. Man macht dieses Instrument an ein Brett, damit man es bequem fortbringen kan, über der Oberfläche des Quecksilbers im Gefäse aber teilt man eine Scale in 29 Zoll, die obersten 3 Zoll AB aber, Tab. XV. fig. 110, weil das Quecksilber nicht über 3, und bei uns nicht über 2 Zoll steigt,

oder fält, in 360 Teile, woran man dann das Steigen und Fallen des Quecksilbers bemerken kan. Ist das Gefäse klein, und das Quecksilber steigt in der Röhre: So fält es merklich im Gefäse, hingegen aber steigt es im Gefäse, wenn das Quecksilber in der Röhre fält. In jenem Fall also muß man die Höhe, um wie viel das Quecksilber in dem Gefäse gefallen ist, zu der Höhe des Quecksilbers in der Röhre addiren, umgewendet hingegen muß man sich verhalten, wenn das Quecksilber in der Röhre gefallen, in dem Gefäse aber gestiegen ist. In dieser leztern Absicht muß man auch die Röhre über und unter der Oberfläche des Quecksilbers im Gefäse, wie vorhin, in kleine Teile teilen. Diese leztere Abteilung kan auch wegbleiben, und man kan den Unterscheid der Quecksilbersäule, welche die Atmosphäre trägt, durch Rechnung finden. Es sei nemlich die Weite des Gefäses = V, die Weite der Röhre = v, und das Quecksilber sei in der Röhre von A bis B gestiegen, Tab. XV. fig. 110, in dem Gefäse hingegen von C bis in D gefallen, die Höhe CD aber = x: So ist der Inhalt des im Gefäse bis CD befindlich gewesenen Quecksilbers, weil die Röhre um die Höhe CD im Quecksilber gestanden hat, = (V — v) x, und der Inhalt von dem Stük AB der Röhre = v. AB, diese beide Inhälte aber müssen einander gleich sein, weil so viel Quecksilber in die Röhre über A gestiegen, als aus dem Gefäse

heraus

heraus getretten ist, also ist $(V - v) x = v . AB$, und, wenn man beiderseits mit $V - v$ dividirt, $x = \frac{v}{V - v} . AB$. Addirt man nun diesen Werth zu dem, um wie viel das Quecksilber gestiegen ist: So findet man $\frac{V}{V - q} . AB$, und dieses ist der Unterscheid, um wie viel iezt die Quecksilbersäule höher stehet, als wie vorhin. Gesezt es wäre das Gefäse 50 mal weiter, als die Röhre, und $AB =$ 1 Zoll: So ist dieser Unterscheid $= \frac{50}{49} = 1,0:2$ Zoll.

§. 271.

Die Erfahrung lehret, daß das Quecksilber an ein und eben dem Ort, und in ein und eben demselben Barometer zu verschiedenen Zeiten bald höher, und bald niedriger stehet. Der Druk der Luft muß also bald gröser, und bald kleiner, folglich die Schwere der Luft veränderlich sein (§. 237. und 265.).

§. 272.

Wäre dieses nicht, sondern der Druk der Luft stets gleich gros; So würde das Quecksilber in der Röhre stehen bleiben, und wenn auch dieselbe mit der Oefnung in keinem Gefäse mit Quecksilber stünde, oder unten gebogen wäre (§. 270.): Da aber dieses nicht

nicht ist, sondern das Quecksilber bald steigt, und bald fält; So siehet man die Ursache, warum man die Röhre entweder in ein Gefäs mit Quecksilber stellen, oder den untern Teil beugen muß, damit das Quecksilber nicht heraus läuft.

§. 273.

Die Höhe des Quecksilbers ist in dem Barometer an einem Orte das ganze Jahr durch verschieden, bemerkt man aber die gröste und kleinste in einem oder verschiedenen Jahren, und nimt daraus das Mittel, addirt nemlich beide, und dividirt solche durch 2 (§. 234. der Markscheidek.), so heist man diese die mittlere Barometerhöhe. Einige nehmen die mittlere Höhe von iedem Jahr, addiren solche, und dividiren die Summe durch die Zahl der Jahre, der Quotient nun ist ihre mittlere Barometerhöhe. An der Gränze dieser Höhe nehmen also die Veränderungen in dem Druk der Luft über und unter sich ihren Anfang.

§. 274.

Das Quecksilber in dem Barometer muß an einem Ort und in einerlei Zeit in einem höhern Ort niederer stehen, als in einem tiefern, weil die Luftsäule, die bis an das Ende der Atmosphäre reicht, das Quecksilber hält, in einem höhern Ort aber die Luft viel dünner und leichter ist (§. 243.).

§. 275.

Das Quecksilber muß in dem Barometer steigen, wenn man dasselbe in einen Schacht bringt, weil hier die Luftsäule, die bis an das Ende der Dunstkugel reicht, viel länger, als auf der Erde, und die Luft dichter und schwerer ist (§. 243.).

§. 276.

Weil die mittlere Barometerhöhe auf den Bergen kleiner ist, als wie in der Ebene (§. 274.): So kan man aus der Vergleichung dieser Höhen schliessen, welche Oerter höher liegen, als andere, man bestimt auch dadurch die Höhen der Berge, aber dieser Rechnung fehlt es an Genauigkeit, weil das Gesez von der Dichtigkeit der Luft noch unbekant ist (§. 269.).

§. 277.

Gemeiniglich fält trokken Wetter ein, wenn das Barometer über die mittlere Höhe steigt, hingegen aber nasses und stürmisches, wenn es darunter fält. Aus dieser Ursache schreibt man bei die mittlere Höhe veränderliches Wetter, weiter herauf von einer Anzahl Linien bis zu der andern schön Wetter, beständig Wetter, sehr trokken Wetter, in eben solchen Entfernungen aber unter die mittlere Höhe Regen, viel Regen, stürmisch Wetter. Wir merken aus der Erfahrung an, daß es zuweiln regnet, wenn das Quecksilber über der mittlern Höhe, hingegen gutes Wetter ist, wenn es darunter stehet.

§. 278.

§. 278.

Hüygen und de la Hire haben auch doppelte Barometer angegeben, allein die Absicht des Barometers, den Druk der Luft der Atmosphäre zu messen, erreicht man besser durch den einfachen Barometer, die toricellianische Röhre.

§. 279.

Wenn man eine gläserne Röhre AB, Tab. XV. fig. 112, an welcher unten eine hohle Kugel ist, mit einem flüssigen Körper bis auf eine gewisse Höhe fült, und alsdann die Kugel erwärmt: So steigt der flüssige Körper über die Höhe, die er vor dem Erwärmen einnahme. Wenn hingegen die Röhre mit der Kugel wieder kalt wird: So fält der flüssige Körper wieder herunter. Diesemnach werden flüssige Körper durch die Wärme ausgedehnt, durch die Kälte aber zusammen gezogen, oder verdichtet (§. 229. und 230.).

§. 280.

Fült man eine solche Röhre AB, Tab. XV. fig. 112, die man von der Luft, damit der flüssige Körper im Steigen nicht gehindert werde, so viel, wie möglich, gereiniget hat, mit gefärbtem Wasser, oder Weingeist, oder Quekſilber, schmilzt solche alsdann aber oben zu, so steigt, der vorigen Erfahrung zu folge, bei warmem Wetter der flüssige Körper, bei kaltem hingegen fält derselbe, und man hat das

Thermometer, Thermoscopium, oder Wärmmaas. Das drebbelische ist das älteste und unrichtigste. Gewöhnlicher ist das florentiner, deren Erfindung der Akademie der Wissenschaften zu Florenz zugeschrieben wird, und welches mit gefärbtem Weingeist gefült ist, eben so bekant ist auch das Quecksilberthermometer. Dieses heist das fahrenheitische, reaumurische, und de l'islische, und so weiter, wenn es nach Fahrenheits, Reaumurs, oder de l'Isle Einrichtung gemacht worden. Man befestigt einen solchen Thermometer an ein Brett, und macht daran eine Scale, und die ist diese. Man sezt das Thermometer in den Schnee, und bemerkt die Höhe des Quecksilbers in A, man stelt es aber auch in kochendes Wasser, und bemerkt die Höhe des Quecksilbers in B. Die Höhe AB teilt man in beliebige Teile, und trägt einige unter A: So ist der Punkt A, den man mit 0 bezeichnet, der Gefrier- oder Aufthauepunkt (punctum congelationis, vel regelationis), B ist der Siedepunkt (punctum ebullitionis), und über A sind die Grade der zunehmenden Wärme, unter A hingegen die Grade der zunehmenden Kälte. Jene heisen die Grade der Verdünnung, diese die Grade der Verdichtung. Reaumur teilt AB in 80 gleiche Teile, Fahrenheit aber in 600 solcher Teile, oder so genante Grade. Das Thermometer zeigt eigentlich nicht an, ob die Luft zwei-, drei-, vier und mehrmal

wärmer

wärmer sei, als wie vorher, sondern nur überhaupt die Veränderungen in der Wärme und Kälte. Deswegen nent es auch der Freiherr von Wolf, so wie er das Barometer ein Baroscopium nent, ein Thermoscopium. Den Nahmen Thermometer verdient also dieses Werkzeug so wenig, als dem Barometer dieser Nahme zugehört (§. 270.).

§. 281.

Die Erfahrung bestättiget, daß die Wärme auch die festen Körper, vornehmlich aber die Metalle ausdehnet, und daß diese Körper erkaltet einen engern Raum einnehmen. Man macht daher aus Metall Instrumente, wodurch man die Veränderungen in der Wärme wahrnehmen kan, und diese heisen Pyrometer. Das Wesentliche derselben bestehet darinnen, daß eine metallene Stange, die sich bei der Wärme verlängert, durch Hülfe eines Räderwerks einen Zeiger drehet, der die Veränderungen in der Wärme zeigt. In England macht man ähnliche metallene Thermometer. Sie haben ihren Nuzzen bei den mathematischen Werkzeugen, und den Uhren, vornehmlich aber bei genauen Messungen.

§. 282.

Weil alle Körper von der Wärme ausgedehnet werden, erkaltet aber einen engern Raum einnehmen (§. 279. 280. und 281.): So wird man auch

leicht einsehen, daß die specifische Schwere der Körper durch die Wärme und Kälte verändert werde, und daß ein Körper um desto specifisch leichter, ie wärmer, hingegen aber desto specifisch schwerer sei, ie kälter derselbe ist.

§. 283.

Weil ein ieder Körper in einem flüssigen Wesen so viel von seinem Gewicht verliehrt, als der Teil des flüssigen Körpers wiegt, den er aus seiner Stelle treibt (§. 206.): So wiegt auch ieder Körper in freier Luft so viel weniger, als im leeren Raum, als die Luft wiegt, die er aus ihrer Stelle treibt. Und weil eine dünne Luft leichter ist, als eine dichte (§. 253.): So muß auch ein Körper in der warmen Luft gewogen schwerer sein, als in der kalten. Weil ferner ein warmer Körper mehr Raum einnimt, als wenn er kalt ist (§. 282.): So muß er, da er alsdann einen grösern Raum einnimt, auch weniger wiegen, als wenn er kalt ist.

§. 284.

Weil die Wärme die Luft verdünnet, die Kälte aber dieselbe zusammen ziehet, oder verdichtet (§. 238. und 279.): So ist auch bei der verschiedenen Wärme auf unserm Erdboden die Luft an ein und eben demselben Ort nicht stets gleich dicht. Man macht daher ein Werkzeug, welches die Veränderungen in der Dichtigkeit der Luft anzeigt, und dieses heist

ein

ein Manometer, oder Manoscopium. Es ist gewöhnlich so beschaffen. An einem Waagbalken AB, Tab. XV. fig. 113, hänget man eine dünne hohle kupferne Kugel CD, die wenigstens einen Fus im Durchmesser hat, und woraus die Luft ausgepumpt ist. An B hänget man ein Gegengewicht von Gold, oder Blei, welches dieser Kugel das Gleichgewicht hält. Endlich machet man in das Gehäuse GI einen Quadranten HI, darauf aber die Grade, so zeigt das Zünglein die Grade der Dichtigkeit der Luft. Wird nun die Luft dünner; So gibt die Kugel den Ausschlag: Wird hingegen dieselbe dichter; So gibt das Gewicht den Ausschlag, weil die Kugel stets so viel von ihrem Gewicht verliehrt, als der Teil der Luft wiegt, den sie aus seiner Stelle treibt (§. 206. und 283.). Weil man einem Hahn in die Länge nicht so sehr trauen kan: So verkittet man die Kugel, oder schmilzt sie zu, nachdem die Luft aus ihr ausgepumpet ist. Hat man keine Luftpumpe: So legt man die Kugel auf Kohlen, und schmilzt das Löchelgen zu, wodurch die Luft heraus gegangen, wenn die Kugel erhizt genug gewesen ist. Man nimt um deswillen Gold oder Blei zum Gegengewicht, weil diese Körper weniger Raum einnehmen, und die Luft, die dieses Gegengewicht aus der Stelle treibt, ihm ebenwol einen Teil seines Gewichts nimt. Die Grade bestimt man so: Man legt auf die Kugel einen

Gran, und bemerkt, wo die Zunge stehet, und so legt man stets einen Gran mehr darauf, und beobachtet iedesmal, wo die Zunge einspielet: So bekomt man die ganze Abteilung.

§. 285.

Wiegt man die Kugel vor dem Auspumpen mit der darinnen befindlichen Luft (§. 253.), vergleicht aber auch ihre Dichtigkeit mit der Dichtigkeit des Wassers: So weis man bei ieder Veränderung ihre Dichtigkeit, aber nicht einer reinen, sondern mit Dünsten vermischten Luft.

§. 286.

Es ist eine gemeine Erfahrung, daß die Luft bald mehr, und bald weniger mit Dünsten angefült ist, verschiedene Körper aber werden durch die Feuchtigkeit ausgedehnt, und ziehen sich wieder zusammen, wenn sie trokken werden. Man macht daher ein Instrument, welches die Veränderungen in der Feuchtigkeit und Trokkenheit der Luft anzeigt, und dieses heist ein Hygrometer, oder ein Hygroscopium. Das einfachste ist dieses. Man befestiget in A, Tab. XV. fig. 114, eine Schnur, oder eine Saite von Schaafdärmen, ziehet sie, damit sie um desto länger sein kan, über Rollen B, C, D, E, F und G, und hängt an H ein Gewicht mit einem Zeiger I, an diesen aber macht man eine Scale KL von beliebiger Einteilung.

§. 287.

Man erfährt durch ein solches Instrument nur überhaupt, ob die Luft feuchter, oder trokkener sei, nicht aber, wie viele Dünste in einer gewissen Menge Luft sind.

§. 288.

Ein Anemometer oder **Windmesser** ist ein Instrument, das die Stärke und Geschwindigkeit des Windes durch einen Zeiger angibt, und wie eine Windmühle aussiehet. Der Baron von **Wolf** hat in seinen Elem. aerom. §. 172. das angegeben, was wir Tab. XV. fig. 115, und Tab. XVI. fig. 116. vorstellen. Die Beschaffenheit desselben ist diese. An einer Welle AB, Tab. XV. fig. 115, sind vier Windflügel CDEF, welche diese Welle umdrehen, an dieser Welle aber ist eine Schraube H ohne Ende, Tab. XV. fig. 115. und Tab. XVI. fig. 116, Diese Schraube H greift in das Sternrad I, an dessen äuserstem Ende ein Zeiger ab befindlich ist, Tab. XVI. fig. 116. An der Welle des Sternrades I ist ein Arm KL, der etwa 2 Fus lang ist, befestigt, und auf diesem liegt in einer Rinne ein Gewicht M, das sich verschieben läst. Es ist ferner N eine Hülse, worinnen der Fus dieses Instruments beweglich ist, O aber eine Windfahne, wodurch dasselbe nach einem ieden Wind, und die Flügel gegen den Wind gestellet werden können. Endlich ist, wie der Durchschnitt zeigt, Tab. XVI. fig. 116,

ed ein Quadrant, der in 90 Grade geteilt ist, und woran der Zeiger die Stärke des Windes zeiget.

# Die vierte Abhandlung.

Von der

## Hydraulik.

§. 289.

Die Wissenschaft, welche von der Bewegung des Wassers handelt, nent man die Hydraulik.

Weil wir uns in der Mechanik vornehmlich auf die Statik einschränken müssen, die Gesezze der Bewegung des Wassers auch noch nicht so ganz richtig bestimt sind: So wollen wir, um der uns vorgesezten Kürze willen, nur das nötigste von der Hydraulik, und das, was auf den Bergbau einen Einfluß hat, vortragen.

§. 290.

Versuche bestättigen, daß sich das Wasser nicht zusammen drükken, und in einen engern Raum bringen läst: Denn wenn man dasselbe in hohle metallene Kugeln fült, dieselbe alsdann zuschmilzt, und hernach stark prest; So dringt das Wasser in zarten Tropfen durch die Zwischenräume des Metalls, woraus

woraus dann zugleich folgt, daß die Teile des Wassers überaus zart sein müssen.

§. 291.

Eine Röhre, worinnen ein flüssiger Körper durch den Druk der Luft zum Steigen gebracht wird, heist ein Heber (Sipho).

§. 292.

Wenn ein Heber ABC, Tab. XVI. fig. 117, mit Wasser angefült, und mit der einen Oefnung A im Wasser, mit der andern C aber in freier Luft ist, und es stehet die Oefnung C tiefer, als A: So läuft das Wasser so lang aus dem Schenkel BC heraus, als die Oefnung A unter Wasser stehet, und die Höhe BF nicht gröser ist, als 32 Fus.

Beweis.

Wenn man den Heber ABC mit Wasser fült, welches bei kleinen Hebern durch das Aussaugen der Luft an der Oefnung C geschiehet, da dann das Wasser in den ganzen Heber steigt (§. 268.): So drukt die Luft so wol von A nach B, als von C nach B (§. 237. Bew.), und zwar von C nach B mit einer um so grösern Gewalt, als die Oefnung C tiefer liegt, als A (§. 243.), allein dieser Unterscheid der Schwere der Luftsäule DE ist, weil dieselbe eine so gar geringe Schwere hat, ganz unbe-

trächt-

trächtlich, also kan man annehmen, daß die Luft so stark auf A, als auf C drukke. Ist dieses, und BF nicht über 32 Fus: So ist der Druk der Luft von A nach B, wenn P die Kraft ausdrukt, mit welcher die Luft in A eine Wassersäule von der Höhe BE und der Grundfläche A, in C hingegen eine solche Wassersäule von der Höhe BD in die Höhe drukt (§. 265.), = P — BF, der Druk der Luft von C nach B aber = P — BD. Weil nun P — BD ∠ P — BE: So muß das Wasser bei C heraus laufen, und zwar so lange, als die Oefnung A unter Wasser stehet, und BF nicht höher ist, als 32 Fus.

§. 293.

Stehet die Oefnung C in G und mit der Oberfläche F des Wassers in einer Höhe: So ist (P—BD) = (P — BE), das ist P — BF = P — BF = 0, und es hört also der Heber auf zu laufen.

§. 294.

Sind die Schenkel AB und BH gleich lang, aber die Oefnung C stehet tiefer als die Oberfläche des Wassers in F: So muß das Wasser noch fortlaufen (§. 292.). Einen solchen Heber, der zweifach gebogen ist, nent man auch einen würtembergischen Heber. Er ist von einem Burger Johann Jordan zu Stutgard erfunden worden, dieser hielte ihn anfänglich geheim, Salomon Reisel aber machte ihn

ihn im Jahr 1684. bekant, und beschriebe ihn im Jahr 1690. Von dem leztern wird er auch der reiselische Heber genent.

§. 295.

Ein anderer Heber AB, Tab. XVI. fig. 118, heist der Stechheber, zuweiln auch ein Pümper, oder eine Pumpe. Stekt man diesen in einen flüssigen Körper; So fült er sich (§. 195.): Hält man nun auf die Oefnung A den Daumen; So erhält darinnen die Luft den in ihm befindlichen flüssigen Körper (§. 237. Bew.). Diesen gebraucht man, um Getränke aus den Fässern zu holen.

§. 296.

Will man durch einen Heber das Quecksilber aus einem Gefäse heben: So muß die Höhe BF, Tab. XVI. fig. 117, nicht über 28 Zoll sein (§. 265.). Ueberhaupt richtet sich diese Höhe nach der Verhältnis der eigenen Schweren der flüssigen Körper, und sie darf nicht gröser sein, als die Höhe, worauf ein ieder flüssiger Körper in dem luftleeren Raum in die Höhe steigt.

§. 297.

Ein Heber ABCDE, Tab. XVI. fig. 119, dessen Schenkel durch weite Gefäse G und H unterbrochen sind, nent man einen gebrochenen Heber. Stehet ein solcher Heber mit der Oefnung A in dem

mit Wasser gefülten Gefäse F, ist das Gefäse H mit Wasser angefült, und befindet sich bei E ein Hahn: So lauft das Wasser aus dem Gefäse H, sobald man den Hahn E öfnet, in diesem Augenblik aber wird auch die Luft in dem Schenkel AB, dem Gefäse G, dem Schenkel CD, und dem Gefäse H verdünt (§. 242.), und es dringt sogleich das Wasser in den ganzen Heber (§. 265.), so aber kan man durch diesen Heber das Wasser in die Höhe heben.

Macht man aus dem Gefäse F in das Gefäse H eine Röhre LM, mit einem Hahn N, in das Gefäse G aber einen Krahnen K: So kan man in K beständig Wasser haben, wenn F ein Brunnen ist. Denn öfnet man während dem, daß der Hahn E verschlossen ist, den Hahn N, aber auch den Hahn K, damit die Luft im Heber nicht zusammen gepreßt werde: So läuft das Gefäse H voll Wasser. Verschliest man nun N und K, und öfnet E: So wird G voll Wasser, und wenn man E wieder verschliest, so kan man durch den Krahnen K aus dem Gefäse G Wasser bekommen, wenn man will.

Da die Luft in dem Heber nur verdünt wird: So darf die Röhre AB keine 32 Fus hoch sein, es wird aber die Luft um desto mehr verdünt, ie gröser das Gefäse H gegen das Gefäse G ist.

§. 298.

Aus der Theorie des Hebers lassen sich die Vexierbecher erklären, die eher nicht auslaufen, bis sie voll

sind.

sind. Ihre Beschaffenheit ist diese. Es ist ED, Tab. XVI. fig. 120, eine Röhre, die an beiden Enden offen ist, CAB aber eine um sie gehende andere Röhre, die am Boden des Bechers bei C eine Oefnung hat, und zwischen welcher, und der Röhre ED ein Zwischenraum bleibt. Giest man in diesen Becher Wasser: So stehet dasselbe in der Röhre CAB, und dem Becher, so lang es nicht über die Oefnung E zu stehen komt, gleich hoch, und der Becher hält Wasser. Giest man hingegen mehr Wasser zu, und dasselbe komt über E zu stehen: So wird die Luft aus der Röhre CAB, und ED ganz heraus getrieben, und beide mit Wasser gefült (§. 268.). Diesemnach muß das Wasser bis auf den Boden des Bechers auslaufen: Denn die beide Röhren sind nichts anders, als ein in einander gestekter Heber (§. 292.).

Man kan sich hierbei vorstellen, wie ein Brunnen bei trokkenem Wetter Wasser haben, bei nassem aber trokken sein kan.

§. 299.

Wenn man das Wasser unter der Erde durch an einander befestigte Röhren von einem Ort zum andern leitet: So heist dieses eine Röhrenleitung, oder Röhrenfahrt.

§. 300.

Man gibt diesen Röhren einigen Fall (§. 1033. der Markscheidek.), und macht sie aus Thon, Holz, Eisen

Eisen und Blei. Zu den hölzernen nimt man Erlen- Kiefern- und Eichenholz, worunter die lezteren stets die dauerhaftesten sind, die Erfahrung aber bestättiget, daß die Dikke des Holzes um die Oefnung wenigstens so dik sein muß, als eben diese Oefnung.

§. 301.

Man legt diese Röhren wenigstens $2\frac{1}{2}$ Fus tief unter die Erde, damit sie bei starkem Frost keinen Schaden leiden. Die hölzernen sind bis 15 Fus, die bleiernen und eisernen 4 Fus, und die thönerne $2\frac{1}{2}$ Fus lang. Die hölzernen fügt man so zusammen. Die eine Röhre CD, Tab. XVI. fig. 121, spizt man an dem Ende C, die andere AB aber macht man an dem Ende A etwas weiter, und schlägt iene in diese, zuvor aber umwikkelt man die erste mit Hanf oder Werk, das in geflossenem Harz getränkt worden, damit kein Wasser an der Zusammenfügung heraus laufen möge. Die hölzernen verknüpft man sonst auch so, man macht aus Eisenblech eine kurze, 4 Zoll lange Röhre, die in der Mitte einen Absaz, einen Ring AB hat, Tab. XVI. fig. 122, und einen Zoll weiter ist, als die Oefnung, oder die Weite der hölzernen Röhre. Diese kleine Röhre, den sogenanten Bux, treibt man in das Ende A der Röhre AB, Tab. XVI. fig. 123, man legt alsdann die Röhre CD vor den Bux, so, daß der Bux aller Orten, einen Zoll über die Oefnung greift,

und

und treibt diese Röhre an die Röhre AB. Die irdenen, eisernen und bleiernen Röhren sind stets so gestaltet, daß iede an einem Ende A oder D, Tab. XVI. fig. 24, etwas weiter ist, einen sogenanten Kopf hat, worin dann der Schwanz C der andern Röhre CD passet. Den Schwanz der irdenen umwikkelt man mit Hanf, oder Werk, das in Harz getränkt worden, und stekt ihn in den Kopf der daran liegenden Röhre, die eisernen und bleiernen Röhren hingegen stekt man in einander, man legt vor den Kopf A einen Ring von Letten, und giest alsdann den Zwischenraum zwischen dem Kopf und dem Schwanz mit Blei aus, dieses aber verkeilt man noch besonders mit einem stumpfen Meisel und Hammer. Zuweiln läst man auch die eisernen Röhren an ihren Enden mit Rändern, die man Lappen nent, versehen, wozwischen man dann Leder, oder Hutfilz legt, und dieselbe hernach mit Schrauben A und B zusammen schraubt, Tab. XVII. fig. 125. Ohngefähr alle 100 Fus legt man bei allen diesen Röhren eine kurze kaum 3 Fus lange Röhre, die oben ein Loch hat, welches mit einem Spont E verwahrt ist, Tab. XVI. fig. 124, und eine solche Röhre heist man einen *Wechsel*. Man bemerkt die Oerter, wo dergleichen Wechsel liegen, um nachsehen zu können, wo sich das Wasser verstopft, oder, wo es einen Ausbruch bekommen hat. Da,

wo die hölzernen Röhren einen grösern Druk auszustehen haben, da bindet man sie mit eisernen Ringen. Gehen die Röhren nicht in einem fort, sondern sie sind in einem Winkel über oder unter sich, oder auch zur Seite geleitet: So heist man die gebogene Röhre an diesem Ort einen Kropf.

§. 302.

Führt man durch eine solche Röhrenleitung A B C, Tab. XVII. fig. 126, das Wasser von dem Ort A, bis zu dem Orte C: So wird dasselbe bei C in die Höhe, und bis in D steigen (§. 195.), aber nicht gar so hoch, als es von A gefallen ist. Eine solche Leitung nent man, wenn dadurch das Wasser aus einem Brunnen an einen Ort geleitet wird, eine Brunnenleitung, und zwar einen Röhrbrunnen, wenn das Wasser bei D nur aus einem Stok, einer senkrecht stehenden Röhre, heraus läuft, hingegen einen Springbrunnen, wenn das Wasser, vermittelst einer engen Röhre, in freier Luft in die Höhe springt. Damit aber keine Unreinigkeit in die Röhren komme: So macht man vor die Oefnung A eine Seihe, ein durchlöchertes Blech. Von dem Wasser nun, welches auf die Art von einem Ort zum andern geleitet wird, sagt man, daß es durch den natürlichen Fall in die Höhe gebracht werde.

§. 303.

Mariotte hat durch Versuche ausgemacht, daß, wegen des Widerstandes der Luft, und der Schwere des Wassers, das stehende Wasser von $5'\,1''$ nur $5'$, von $10'\,4''$ nur $10'$, von $20'\,16''$ nur $20'$, von $50'\,100''$ nur $50'$, von $80'\,256''$ nur $80'$, von $90'\,324''$ nur $90'$, und von $100'\,400''$ nur $100'$, also im leztern Fall ein Wasser von $133'\,4''$ nur $100'$ steige.

§. 304.

Auser dem natůrlichen Fall werden auch Springbrunnen durch den Heber (§. 297.), durch eine zusammengedrukte Luft (§. 250.), durch eine erhizte Luft (§. 239. und 240.), und durch Drukwerke, wovon wir hernach handeln, gemacht. Man kan diesen Brunnen allerhand Gestalt und Farben geben, unsere Sache aber ist es hier nicht, dieses alles zu beschreiben.

§. 305.

Man mache in einen hohlen Cylinder ABCD, Tab. XVII. fig. 127, einen Boden BC, in diesen aber ein Loch E. Ueber diesem Loch befestige man aus Messing, oder Leder, einen Dekkel FG, eine sogenante Klappe, ein Ventil, oder ein bei Bergwerken auch sogenantes Thůrgen, oder Stőkkel, das bei G befestigt ist, und sich auf und ab bewegen

kan. Man mache einen Stempel, einen sogenanten Kolben, HIKL, der genau in die Höhlung des Cylinders passet, und oben bei HI mit einem um ihn eingelassenen ledernen Ring, mit einem Loch M, und der darüber befindlichen Klappe N versehen ist, diesen Kolben aber hänge man an eine Kolbenstange HOI: Und damit der Kolben bequem auf und abgeschoben werden könne; So hänge man diese Stange an einen Pumpenschwengel OQP, der entweder wie hier gerade, und in der Axe Q beweglich ist, oder, wie beim wirthschaftlichen Gebrauch, aus einem Winkelhebel ABC bestehet, Tab. XVII. fig. 128, der dann in B beweglich, in A aber an die Kolbenstange gehängt ist. Endlich mache man in einer gefälligen Höhe über dem Boden BC eine Auslaufröhre, oder einen Ausguß RS, die ganze Einrichtung aber so, daß die Höhe zwischen BC, und der Fläche LK des Kolbens, wenn er in die Höhe gegangen ist, nicht über 32 Fus ausmacht (§. 265.): So hat man eine Maschine, die man eine Plumpe, oder eine Pumpe nennet, und wobei der hohle Cylinder der Stiefel, der Pumpenstok, oder die Kolbenröhre heiset.

§. 306.

Sezt man eine solche Pumpe in das Wasser, so daß die Klappe FG unter die Oberfläche TU des Wassers zu stehen komt, und hebt den Kolben

HIKL

HIKL mit dem Schwengel in die Höhe: So entstehet in dem Pumpenstok ein luftleerer Raum, diesemnach tritt das Wasser, indem es die Klappe FG öfnet, in den Stiefel, und bis unter den Kolben (§. 268.). Drukt man nun den Kolben wieder zurük, und in den Stiefel: So schliest sich die Klappe FG von dem über ihr liegenden Druk des Wassers an die Oefnung E fest an. Weil sich nun das Wasser in keinen engern Raum drukken läst, sondern dahin weicht, wo es den wenigsten Widerstand findet (§. 290.): So hebt solches in dem Augenblik, als der Kolben nieder gehet, die Klappe N in die Höhe, und es steigt so vieles Wasser über den Kolben, als derselbe in den Stiefel gegangen ist. Ziehet man daher iezt den Kolben in die Höhe: So schliest sich die Klappe N, wie vorhin die Klappe FG von dem über ihr liegenden Wasser, und das Wasser über dem Kolben wird in die Höhe gehoben, und nach und nach zum Ausguß SR gebracht, es mag auch dieser so hoch liegen, als er will, wenn nur die Kraft in P gros genug ist, während dem aber öfnet sich auch wieder die Klappe FG, und es steigt wieder Wasser in den Stiefel. Drukt man diesemnach den Kolben in dem Stiefel beständig auf und ab: So kan man dadurch das Wasser in die Höhe heben, und es wird diese Absicht so lang erhalten, als die Oberfläche TU des Wassers über dem Boden BC der Pumpe ist.

§. 307.

Die Höhe, um wie viel der Kolben in die Höhe gehoben wird, heist der **Hub**, und die Tiefe, um wie viel er in den Stiefel geschoben wird, der **Schub**. Komt die Fläche TU der Fläche BC sehr nahe, und es steigt Wasser und Luft zugleich in den Pumpenstok: So entstehet ein Geräusche, wovon der Bergmann sagt, die Pumpe schnarche an. Schliest der Kolben nicht genau in die Pumpe, oder ist ein Fehler an der Klappe, so steigt zwar das Wasser auf einige Höhe, allein es fält wieder zurük, und in diesem Fall sagt der Bergmann, die **Pumpe lasse die Wasser fallen**. Ist der Kolben in einer Pumpe lange nicht gebraucht worden, und kann zwischen dem Kolben und dem Stiefel Luft in den Raum unter den Kolben kommen: So bringt man das Wasser nicht über den Kolben, in einem solchen Fall nun giest man etwas Wasser auf den Kolben, welches man das **Anfrischen der Pumpe** nent.

§. 308.

Ist eine solche Pumpe so beschaffen, daß der Kolben bei dem Schub und Hub beständig unter der Oberfläche TU des Wassers ist: So steigt das Wasser bei dem Schub über den Kolben, und bei dem Hub tritt dasselbe wieder bis unter den Kolben (§. 196.), hierdurch kan also das Wasser nach und nach zum Ausguß gebracht werden, ohne

daß der Druk der Luft, weil das Wasser beim Hub gleich hinter dem Kolben in die Höhe steigt, einige Wirkung dabei thut; eine solche Einrichtung nun heist eigentlich eine Pumpe: Drukt hingegen die Luft das Wasser in die Höhe (§. 306.); So wird die Pumpe ein Saugwerk genennet. Bei den Saugwerken macht man an den Pumpenstok AB, Tab. XVII. fig. 129, eine lange Röhre, eine sogenante Saugröhre, deren Diameter viel kleiner ist, als der Diameter des Pumpenstoks, und die unten mit einer Seihe versehen ist (§. 302.), damit blos Wasser, und keine Unreinigkeit in die Pumpe komme. Von dieser, bei Bergwerken sogenanten Anstekröhre, weil eine in die andere gestekt wird, heist bei der Grubenbaukunst das kurze 3 bis 4 Fus lange Stük Röhre BD, welches in dem Pumpenstok fest ist, das Rielstökkel, oder Stökkelkiel, das Stük DF das Anstekkiel, oder Senkelkiel, das Stük EC aber, welches sich an der Röhre EF auf- und abschieben läst, damit man sie, wie man tiefer abteuft, verlängern könne, der Schleucher, oder der Schlauch. Das Thürgen, und die Klappe auf dem Kolben macht man bei Bergwerken von Leder; diese ganze Einrichtung nun mit alle dem, was an der Pumpe aus Leder bestehet, nent man die Liederung, und man sagt, daß man liedere, wenn man dem einen, oder andern Gebrechen daran abhilft. Damit man bequem zu dem Thürgen kommen könne: So macht

man über dasselbe bei O ein vierekkigtes Loch, und in dasselbe einen Keil P, einen sogenanten Sponten, oder Wechsel.

§. 309.

Der Kolben kan nicht, und wenn er auch noch so tief in den Stiefel gehet, so genau an das Thürgen anschliesen, daß nicht zwischen ihm und diesem Thürgen ein Raum bleibe, der mit Luft von der natürlichen Dichtigkeit angefült ist, wenn man die Pumpe gebraucht, und den Kolben zum ersten mal in den Stiefel schiebt. Wenn daher der Kolben zum ersten mal in die Höhe gehet, so breitet sich erst diese, und dann die Luft in der Saugröhre, die das Thürgen aufstößt, aus (§. 242.), hierauf aber tritt so viel Wasser in die Röhre, bis das Gewicht desselben, und die eingeschlossene Luft dem äusern Druk der Atmosphäre gleich ist. Gehet iezt der Kolben wieder zurük: So stößt die Luft in dem Stiefel das Thürgen zu, die Klappe am Kolben aber hebt sie auf, und es gehet ein Teil der Luft durch den Kolben fort, wieder ein Teil aber bleibt zwischen dem Kolben und dem Thürgen. Gehet derselbe daher zum zweiten mal in die Höhe: So erfolgt mit einigem Unterscheid wieder das, was zuvor geschahe, und es steigt etwas mehr Wasser in die Höhe, und so komt es nach und nach in den Stiefel, und endlich zum Ausfluß. Man siehet hieraus, daß das

Wasser

Wasser gleich bis unter den Kolben tretten würde, wenn zwischen dem Kolben und dem Thürgen kein mit Luft angefülter Raum wäre, welchen man den schädlichen Raum nent: Da aber dieses nicht ist; So muß man das Thürgen so nahe an den Ort des Kolbens machen, wo er ausgeschoben hat, als möglich ist.

§. 310.

In dem gemeinen Leben macht man keinen Unterscheid zwischen den Pumpen und Saugwerken, und man nent eine iede Pumpe, die mit der Hand bewegt wird, eine Handpumpe, die aber, welche man durch eine Maschine bewegt, schlechtweg eine Pumpe. Die erstere heist eine Klozpumpe, wenn am Ende des Schwengels ein groses Kloz befindlich ist. Die leztere wird bei Bergwerken ein Saz genennet, besonders wird der Stiefel AB, Tab. XVII. fig. 129, zum Unterscheid von der Saugröhre, der Saz genent. Die Stiefel an den Handpumpen sind nur 5 bis 6 Zoll, die Stiefel der Pumpen aber 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, bis 14 Zoll weit, und bei ienen ist der Hub 1 bis 1½ Fus, bei diesen aber 2½, 3 bis 4 und 4½ Fus. Ist die Höhe von dem Ort, wo die Röhre saugt, bis unter den Kolben, wenn derselbe ausgehoben hat, nicht über 26 bis 28 Fus, oder 4 Lachter: So heist ein solcher Saz ein niedriger Saz, hingegen aber ein hoher, wenn diese Höhe bis auf 32 Fus anwächst, und also der

Saz höher als 28 Fus ist. Zuweiln macht man in der Weite des Sazzes über den Aushub, die oberste Fläche, wo der Kolben stehet, wenn der Hub aus ist, eine lange Röhre AIKL, einen sogenanten Aufsaz oder eine Aufsazröhre, und läst den Saz erst in der Höhe MN ausgiesen; einen Saz von der Art nun nent man ebenwol einen hohen Saz, in Rücksicht dessen aber einen Saz, der etwa einen Fus hoch über dem Aushub ausgiest, einen niedrigen Saz. Die ersteren sind besonders in Sachsen gewöhnlich, die lezteren können nach den vorigen Begriffen noch immer niedrige, oder hohe Säzze sein, und da, wo iener Unterscheid eingeführt ist, da nent man einen Saz, worauf eine Aufsazröhre ist, einen Saz mit einem Aufsaz.

§. 311.

Je geringer die Höhe zwischen der Oberfläche des Wassers, und der untern Fläche des Kolbens ist, wenn er ausgehoben hat, um desto weniger widerstehet das Wasser, welches in der Pumpe in die Höhe gestiegen ist, dem äusern Druk der Luft, und um desto geschwinder steigt also dasselbe in der Anstekröhre in die Höhe, um desto eher wird aber auch der Saz voll Wasser. Man begreift also hieraus, wie auch die Erfahrung bestättiget, daß man mit den niedrigen Säzzen, die nemlich bis unter den Kolben, wenn derselbe ausgehoben hat, nur 28 Fus

hoch

hoch sind, mehr Wasser htben, und folglich mehr bewirken kan, als wie mit den hohen, die in dieser ihrer Höhe bis auf 32 Fus anwachsen, man hat aber bei dieser Höhe einer Pumpe, dieselbe mag auch so flach liegen, als sie will, nur auf die seigere Höhe zu sehen (§. 928. der Markscheidek. und §. 268.).

§. 312.

Die verschiedenen Arten von Kolben, die Liederung, und überhaupt die ganze Einrichtung eines Sazzes, zeigen wir genauer in der fünften Abhandlung. Genug, daß wir hier die allgemeine Theorie davon vorgetragen haben.

§. 313.

Wird eine Pumpe, deren Kolben A, Tab. XVII. fig. 130, bei dem Aushub ganz unter Wasser stehet (§. 308.), so eingerichtet, daß durch eben diesen Kolben kein Wasser durchgehen kan, sondern das Wasser bei dem Schub durch eine Röhre BCDE, die bei B eine Klappe hat, über der Höhe des Thürgens in die Höhe gedrukt wird: So heist diese Einrichtung ein Drukwerk, oder eine Appressionspumpe. Die Stiefel der Drukwerke werden meistenteils aus Metall gegossen, zugleich aber an sie ein kurzes Stük Röhre BC, woran der Kropf, oder die Gurgel CD, mit der Aufsaz- oder der Steigröhre DE befestiget ist. Stehet der Stiefel senkrecht: So heist das Drukwerk ein stehendes, hingegen aber ein liegendes, wenn der Stiefel horizontal

zontal liegt. Jene heist man auch bei Salzwerken nur stehende, diese aber liegende Stiefel.

§. 314.

Stehet ein solches Drukwerk bis in FG, und unter dem Aushub des Kolbens in dem Wasser; So fült sich der Raum zwischen dem Kolben und dem Thürgen mit Wasser, wenn der Kolben in die Höhe gezogen wird (§. 196.): Gehet nun der Kolben wieder zurük; So schliest sich das Thürgen (§. 306.): Und weil das Wasser nicht durch den Kolben durchgehen kan; So drukt solches die Klappe bei B, die Gurgelklappe auf, und das Wasser steigt in der Röhre BCDE in die Höhe. Wenn hingegen der Kolben bis an das Thürgen gekommen ist, und wieder in die Höhe gehet, also der Druk nachläst: So drukt das Wasser in dieser Röhre, und die darauf drukkende Luft, die Klappe B wieder zu, es entstehet also, indem der Kolben in die Höhe gehet, unter demselben abermal ein leerer Raum, und in diesen tritt, wie vorhin, das Wasser durch das Thürgen, welches es aufmacht. So also wird durch das Drukwerk bei iedem Hub frisches Wasser in den Stiefel gebracht, bei dem Schub hingegen durch die Röhre BCDE in die Höhe gedrukt. Man kan also auch hierdurch das Wasser in die Höhe bringen, und es kan die Röhre BCDE viel höher sein, als 32 Fus, weil das Wasser durch den Kolben in die Höhe gedrukt wird.

§. 315.

§. 315.

Sezt man zwei solche Drukwerke ABCD und EFGH, Tab. XVIII. fig. 131, neben einander, und führt das Wasser von beiden durch die Röhren CI und EK in eine gemeinschaftliche Röhre O, macht aber bei M und N Klappen, damit das Wasser, wenn der eine Kolben in die Höhe gehet, nicht unter ihn tretten möge: So hat man ein doppeltes Drukwerk, und wenn der eine Kolben das Wasser fortdrukt, so fült sich der andere Stiefel, so also wird das Wasser ohnunterbrochen durch die Röhre L heraus gedrukt. Macht man nun an diese eine lederne Röhre, einen sogenanten Schlauch, so kan man das Wasser hinleiten, wohin man will, und dieses ist das Wesentliche von einer Feuersprizze, die zugleich saugt, wenn der Kolben über die Oberfläche des Wassers zu stehen komt, und wobei der in R bewegliche Waagbalken PQ, der Drükkel heist. Macht man das Gefäse O so hoch, als einen Stiefel, aber noch einmal so weit, führt die Steigröhre am Boden heraus, und versiehet sie in der Höhe der Stiefeln mit einem Krahnen: So kan man die Luft in dem oberen Teile dieses Gefäses bei dem ersten Auf- und Abpumpen zusammen drukken, öfnet man nun den Hahn wieder, und pumpt fort, so erhält die eingeschlossene Luft wehrend dem, als die Kolben umkehren, das Wasser im Springen (§. 250.). Ein solches Gefäse heist ein **Windkessel**,

und

und Sprizzen ohne dergleichen Kessel heisen Stossprizzen. Man wird sich hieraus zugleich einen Begrif von einer Handsprizze machen können, die, wenn man den Kolben A, Tab. XVIII. fig. 132, in die Höhe ziehet, das Wasser durch die unter Wasser befindliche Oefnung B einsaugt (§. 268.), hingegen aber wieder durch eben diese Oefnung heraus sprizzet, wenn man sie aus dem Wasser nimt, da dann nichts heraus läuft (§. 295.), und den Kolben in die Sprizze drukt.

§. 316.

Ist ein Drukwerk so eingerichtet, daß unter dem Thürgen zugleich eine Saugröhre AB befindlich ist, Tab. XVIII. fig. 133: So wird dasselbe ein vereinbartes Saug- und Drukwerk genennet. Bei diesen steigt also das Wasser beim Hub erst durch den Druk der Luft unter den Kolben (§. 268.), bei dem Schub hingegen wird dasselbe durch die Aufsaz- oder die Steigröhre DEF zu der verlangten Höhe gebracht. Die bei den Bergwerken gewöhnliche hohe Sätze, die Sätze mit einem Aufsaz (§. 310.), sind nichts anders als vereinbarte Saug- und Drukwerke: Denn sie haben eine Saugröhre, und es ist zwischen ihnen, und den gewöhnlichen vereinbarten Saug- und Drukwerken nur der Unterscheid, daß bei diesen der Kolben das Wasser in dem Schub, bei ienen aber, nachdem es durch die Klappe in dem Kolben, über eben diesen Kolben getretten ist, in dem Hub in die Höhe drukt.

§. 317.

§. 317.

Dieses ist das Wesentliche, was wir hier von den Drukwerken sagen wollen, da, wo sie gebraucht werden, wollen wir umständlicher von ihnen handeln.

§. 318.

Wir wollen nur noch einige Maschinen kürzlich beschreiben, die bei dem Berg- und Salzwerksbau in diesen und ienen Fällen gebraucht werden können. Die einfachsten sind diese. Aus nicht tiefen Oertern kan man das Wasser durch schöpfen mit einfachen Schaufeln AB, Tab. XVIII. fig. 134, mit Hebeschaufeln, oder Hebeschüsseln AB, Tab. XVIII. fig. 135, mit Drukschaufeln AB, Tab. XVIII. fig. 136, und mit Schwungschaufeln AB, Tab. XVIII. fig. 137, in die Höhe werfen.

§. 319.

Bewegt man in einem Gefäse vermittelst eines Hebels BC, Tab. XVIIII. fig. 138, einen Boden A, mit einer Klappe auf und ab: So kan man dadurch das Wasser über die Klappe D, und zum Ausguß E bringen. Eine solche Maschine heist eine Wasserzange, oder Wasserkuppe.

§. 320.

Eine andere Maschine ist des Archimedes Wasserschnekke, oder Wasserschraube. Um eine 6 Zoll dikke, und 18 Fus lange hölzerne Spindel ABCD, Tab. XVIIII. fig. 139, sezt man in einer Schrauben-

benlinie (§. 173.) 6 Zoll hohe, 4 Zoll breite, und ½ Zoll dikke Bretter BE, GH, u. s. w., so zusammen, daß sie auf derselben senkrecht stehen, und um solche ganz herum gehen, unten an die Spindel aber macht man einen eisernen Zapfen, oben daran hingegen eine Kurbel IKL. Um diese Spindel nun macht man aus genau zusammen gefügten Brettern einen hohlen Cylinder, einen sogenanten Mantel MNOP, und legt diese Schraube auf ein Gestelle ABCD, Tab. XVIIII. fig. 140, so gehet um die ganze Spindel eine in einer Schraubenlinie herum laufende Röhre. Um diese Spindel kan man eine, zwei, auch drei Röhren herum laufen lassen, und dann heist sie eine einfache, doppelte, oder dreifache Schnekke. Sezt man diese Maschine mit ihrem untern Teil MP in das Wasser: So stehet das Wasser in B, windet man nun die Schnekke um, so fält es bis in E, und wenn man sie noch einmal umdrehet, bis in G, u. s. w., und so komt das Wasser nach und nach, bis in C und zum Ausfluß. Je gröser der Winkel ist, den diese Schnekke mit dem Horizont macht, um desto schwerer ist auch dieselbe zu bewegen (§. 167.), eben daher nun richtet man dieselbe stets so, daß sie einen kleinern Winkel als 45° ausmacht. Stelt man an eine solche Maschine vier Mann, die sie umdrehen, zwei auf diese, und zwei auf die andere Seite: So kan man unge-

ungemein viel Wasser mit derselben aus der Tiefe winden, aber eben diese Tiefe ist nicht gros, und daher wird diese Schnekke nur bei dem Festungsbau, und überhaupt da gebraucht, wo man ein Fundament in das Wasser legen, oder aus einer andern Ursache sehr vieles Wasser aus einer geringen Tiefe heraus schaffen soll. Will man, so kan man diese Maschine durch Pferde und Wasserräder bewegen. In Holland bewegt man sie durch Windflügel, und nent sie Tonnenmühlen.

§. 321.

Sezt man einen hohlen Cylinder in der Gestalt eines Rades aus lauter Brettern zusammen, und teilt ihn inwendig durch Wände in Viertel, oder kleinere Teile A, C, B, D, E, F ab, Tab. XVIIII. fig. 141, macht in ieden aber auswendig ein Loch I, inwendig hingegen ein anderes Loch in einen andern hohlen Cylinder K, der bei L das Wasser in ein Gefäse M ausgiest: So hat man das Tympanum der Alten, welches man durch ein Tretrad bewegen kan. Drehet man diese Maschine um: So schöpft dieselbe durch die Löcher I, wenn sie mit dem untern Teil in dem Wasser stehet, und dieses Wasser fält bei dem Umdrehen in den kleinern hohlen Cylinder, und von da in das Gefäse M. Es ist diese Maschine wenig im Gebrauch, und andere thun mehr Dienste.

§. 322.

Ein unterschlächtiges Wasserrad, welches durch die an seinem Kranz befindliche Gefäse Wasser in die Höhe hebet, heist ein Schöpfrad (§. 155.). Diese Räder sind verschiedentlich gestaltet, die vorteilhaften aber diese. Man macht in ein Rad AB, Tab. XVIIII. fig. 142, Schaufeln, die auf der Seite, wo das Wasser nicht anschlägt, wie ein Kasten gestaltet sind, wovon C eine besonders vorstelt. Drehet sich nun ein solches Rad um: So hebt dasselbe das Wasser bis über A in die Höhe, und giest solches in den Behälter D aus. Eine andere Art ist diese. Man hängt an die eine Seite des Kranzes eines unterschlächtigen Wasserrades Eimer A, Tab. XVIIII. fig. 143, und zwar so, daß sie um einen Nagel beweglich sind, in der Höhe D aber macht man eine Walze, damit sich hier die Eimer bei dem Umdrehen des Rades überschlagen, und in den Kasten B ausgiesen mögen. Man kan auch diese Räder durch ein an ihrer Welle befindliches Tretrad bewegen. Sie dienen zu der Wässerung der Wiesen, und der Austroknung der überschwemten Gegenden.

§. 323.

Legt man zwei Getriebe AB und CD über einander, Tab. XX. fig. 144, und läst um dieselbe eine Kette, oder ein Seil mit Büscheln E gehen, die eine gewisse Weite von einander haben, aber so, daß die Welle CD unter Wasser liegt, und die Kette mit ihren

ihren Büscheln durch eine Röhre F G gehet: So heist diese Maschine ein Taschenwerk, Büschelwerk, ein Paternosterwerk, oder eine Rosenkranzmühle: Und wenn man das obere Getriebe umwendet; So wird das Wasser bei G ausgegossen. Diese Maschine kan man durch Menschen, durch Tretträder, durch Pferde, und durch Wasserräder bewegen. Die Büschel bestehen bald aus halben, oder ganzen Kugeln, bald aus Cylindern, und bald aus eiförmigen ledernen Büscheln, welche mit Küh- und Pferdehaaren ausgefült sind. Diese Maschine gibt vieles Wasser, allein sie ist zu kostbar zu unterhalten, wenn man sie beständig gebraucht.

Wir bemerken hierbei, daß gemeiniglich nur die Taschen- oder Büschelwerke heisen, die lederne Büschel haben, da man hingegen die andern Paternosterwerke, oder Rosenkranzmühlen nent.

§. 324.

Macht man einen Kasten ABCD, Tab. XX. fig. 145, und legt an die beiden Oefnungen dieses Kastens die Getriebe H und G, die aus sechs Armen, und den darauf gerichteten Stökken bestehen, läst über diese aber eine einfache, oder doppelte Kette mit Schaufelen I gehen, so, daß die Kette mit ihren Gewerken an den Triebstökken bei dem Umdrehen fest hängen bleibt: So bekomt man ein sogenantes Schaufelwerk, welches, wenn es bei H unter Wasser stehet, das Wasser bei C ausgieset. Man kan dasselbe mit

Kurbeln durch Menschen, oder durch Pferde bewegen, und es wird auch diese Maschine gebraucht, um das Wasser aus einer nicht zu grosen Tiefe zu heben. Diese ist eigentlich ein liegendes Paternosterwerk.

§. 325.

Man lege zwei Getriebe AB und CD, Tab. XX. fig. 146, über einander, mache um dieselbe eine Kette, mit Gewerken, an diese aber in einer gewissen Entfernung Eimer E: So hat man ein Schöpf- oder Eimerwerk, und es bringen diese, wenn das Getriebe CD unter Wasser liegt, das Wasser in der Höhe AB zum Ausguß, wenn man die Welle AB umdrehet. Diese Maschine hat sehr wenig Nuzzen, weil die Eimer das Wasser im Heraufziehen verschütten.

§. 326.

Legt man über zwei sechsekkige Wellen AB und CD, Tab. XX. fig. 147, eine doppelte Kette, und befestiget an diese kleine Kasten E: So hat man ein Kastenwerk. Dieses ist dem vorigen Nachteil unterworfen.

§. 327.

Wer sich in der Mechanik und Hydraulik geübt hat, der wird noch mehrere dergleichen Maschinen erfinden, auch in iedem vorkommenden Fall, die eine oder andere schon erfundene Maschine zu seinem Zwek einrichten, und dieselbe, wenn es nötig ist, durch Räderwerk verstärken können.

---

Register.

# Register.

## A.


Abfall Seite 116. §. 155
Abnehmende Bewegung S. 21 §. 52
Absolute Schwere S. 151 §. 168
wie sie sich zur respectiven verhält S. 151. §. 168
Actio S. 11. §. 27
Aequilibrium S. 12. §. 29
Aerometrie S. 210. §. 228
Aeusere Kraft S. 23. §. 57
Aeusere Kräfte wirken eben das, was die mittlere Kraft wirkt S. 77. §. 116
daraus die mittlere Kraft zu finden S. 78. §. 117
Aeuseren Kräften ist die mittlere aequipollent S. 79 §. 118
Aeusere Kräfte können in eine verwandelt werden S. 80 §. 119
können aus einer mittlern Kraft entstehen S. 80 §. 119
verhalten sich umgekehrt wie die Sinus der durch die mittlere Richtung gemachten Winkel S. 80. §. 120
wie sich dazu die mittlere Kraft verhält S. 82 §. 122
Aeusere Kräfte zu finden Seite 83. §. 123
Anemometer S. 249. §. 288
Anfrischen der Pumpe S. 262 §. 307
Anschnarchen der Pumpe S. 262. §. 307
Anstekkiel S. 262. §. 308
Anstekröhre S. 262. §. 308
Appressionspumpe S. 267 §. 313
Archimedes Wasserschnekke S. 271. §. 320
einfache, doppelte, dreifache S. 271. §. 320
Arme des Hebels S. 24. 70 § 61. 107
Arme, deren Gröse beim Hebel zu einer gegebenen Kraft und Last zu finden S. 60. §. 103
Arme des Rades S. 113. §. 151
Atmosphäre S. 222 §. 245
Aufhängepunkten an der Waage S. 87. §. 127
Auffaz S. 265. §. 310
Auffazröhre S. 265. 267 § 310. 313
Aufthauepunkt S. 243. §. 280
Ausbreitung der Körper S. 211. §. 230
Ausdehnung der Körper S. 211. §. 230

Ausguß S. 259. §. 305
Aushub S. 265. §. 310
Auslaufröhre S. 259. §. 305
Ausschlag S. 88. §. 128
Axe des Rades S. 113. §. 151
Axis in peritrochio S. 113 §. 151

## B.

Bärmans Lehre vom Keil S. 160. §. 172
Barometer S. 238. §. 270
darinnen stehet das Quecksilber an ein und eben dem Ort und in eben dem Barometer bald höher, und bald tiefer S. 240 §. 271
Barometer, darinnen stehet das Quecksilber in einem höherm Ort niederer, als in einem tieferen S. 241 §. 274
darinnen steigt das Quecksilber, wenn man ihn in einen Schacht bringt S. 242. §. 275
aus seinem Steigen des Quecksilbers kan man die Höhe der Berge messen S. 242. §. 276
aus seinem Steigen und Fallen des Quecksilbers kan man gemeiniglich die Veränderung des Wetters beurteilen S. 242. §. 277
Barometer, doppelter S. 243 §. 278
Barometerhöhe, mittlere S. 241. §. 273
Baroscopium S. 238. §. 270
Bergbewegungskunst S. 4. §. 2
Bergmaschinenkunst gehet mit der Herausschaffung der Mineralien aus der Tiefe der Erde um S. 3 §. 1
Bergmaschinenkunst S. 4. §. 2
die Gründe dazu müssen in der Mechanik, Hydrostatik, Aerometrie und Hydraulik aufgesucht werden S. 4. §. 3
darinnen wird die Mechanik, Hydrostatik, Aerometrie und Hydraulik vorgetragen S. 4. 5. §. 4. 5
Beschriebener Raum S. 19 §. 47
Besondere Schwere der Körper S. 91. §. 133
wie sie sich verhält S. 91 §. 134
dieselbe zu finden S. 92. 92 93. §. 135. 136. 137
Bewegende Kraft S. 11. §. 27
Bewegliche Rolle S. 94. §. 138
dabei verhält sich die Kraft zur Last, wie der Radius der Rolle zu der Sehne, die von einem Berührungspunkt des Seils bis zu dem andern gezogen wird S. 95. 100 §. 140. 142
dabei die Kraft, oder die Last zu finden, wenn der Radius der Rolle die Sehne von einem Berührungspunkt des Seils, bis zu dem andern, und im ersten Fall die Last, im andern aber die Kraft gege-

gegeben ist S. 95. 99. 102 §. 140. 141. 144
Bewegliche Rollel, dabei hat die Kraft die mehreste Gewalt, wenn die Seiler einander parallel sind S. 100. §. 143
Bewegung S. 11. §. 25
Bewegung geradlinigte S. 19 §. 47
krumlinigte S. 19. §. 47
gleichförmige S. 20. §. 49
ungleichförmige S. 20. §. 49
beschleunigte, wachsende, oder zunehmende S. 21 §. 52
abnehmende, oder verminderte S. 21. §. 52
gleichförmig zunehmende S. 21. §. 53
gleichförmig abnehmende S. 21. §. 53
gleichförmig beschleunigte, wie sie sich verhält S. 22. 22. §. 54. 55
gleichförmig verminderte, wie sie sich verhält S. 22. 22. §. 54. 55
zusammengesezte S. 23 §. 57
Bewegungspunkt S. 24. §. 61
Biegsamer Körper S. 8. §. 15
Bilanx S. 87. §. 127
Böderig S. 116. §. 155
Boden am Rad S. 116. §. 155
Borelli Regel vom Keil S. 153. §. 171
Boyleische Leere S. 225. §. 249
Brunnen der gute bei Hanau S. 213. §. 234
Brunnen kan bei trokkenem Wetter Wasser haben, bei nassem aber nicht S. 254. §. 298
Brunnenleitung S. 258. §. 302
Büschel S. 274. §. 323
Büschelwerk S. 274. §. 323
Bux S. 256. §. 301

## C.

Campana urinatoria S. 215 §. 235
Cochlea mas S. 161. §. 173
Cochlea femina S. 161. §. 173
Cochlea infinita S. 167. §. 178
Corpora densiora, oder Corpora specifice graviora S. 15. §. 37
Corpora rariora S. 15. §. 37

## D.

Dentes S. 121. §. 156
Dichter Körper S. 9. §. 20
Dichtigkeit der Luft, deren Veränderung zu finden S. 248. §. 285
Dichtigkeiten der Körper, wie sie sich verhalten, wenn diese gleich gros, und gleich dicht sind S. 9. §. 22
wie sie sich verhalten, wenn ihre Massen gleich dicht S. 10. §. 23
wie sie sich verhalten S. 91. 91. §. 132. 134
Direction der Schwere S. 17. §. 44
Doppelter Barometer S. 243. §. 278
Drükkel S. 269. §. 315
Druk S. 14. §. 32
einen überaus grosen durch eine

eine geringe Menge von einem flüssigen Körper zuwege zu bringen S. 181. §. 199
Druk der Last auf eine schiefe Fläche, wie er sich verhält S. 142. §. 165
auf eine schiefe Fläche zu finden S. 142. §. 165.
wie er sich bei der schiefen Fläche verhält, wenn die Directionslinie der Kraft dem Horizont parallel ist S. 146. §. 166.
diesen Druck zu finden S. 146. §. 166
wie er sich zur Kraft oder Last verhält, wenn die Directionslinie der Kraft der schiefen Fläche parallel ist S. 148. §. 167
diesen Druk zu finden S. 148. §. 167
Druk eines flüssigen Körpers auf den Boden eines senkrechten Prisma, oder Cylinders ist dem ganzen Gewicht dieses Körpers gleich S. 175. §. 194
in einem willkührlich gestalteten Gefäse, das einen horizontalen Boden hat, ist dem Gewicht einer Säule von dem flüssigen Körper gleich, die diesen Boden zur Grundfläche, die Höhe des flüssigen Körpers aber zur Höhe hat S. 179. 180. §. 197. 198
in einem Gefäse, das einen schiefen Boden hat, ist beinahe einer Säule von dem flüssigen Körper gleich, die diesen Boden zur Grundfläche, die Höhe des flüssigen Körpers aber zur Höhe hat S. 183. §. 200
Druk eines flüssigen Körpers wie stark er auf die Seitenfläche eines Gefäses ist S. 185. §. 201
Druk der Luft geschiehet nach allen Seiten S. 216. §. 236
auf einen Raum, richtet sich nach der Höhe der Luftsäule, die über diesem Raum stehet S. 220. §. 241
ist in einerlei Höhe aber neben einander liegenden Orten gleich stark S. 220. §. 242
ist in einem niederen Ort stärker, als in einem höhern S. 221. §. 243
auf eine Fläche ist so stark, als eine Quecksilbersäule von 28 Zoll, oder eine Wassersäule von 32 Fus hoch, die eben diese Fläche zur Grundfläche hat S. 235. 235. §. 265. 266.
dessen Gesez, wornach er zusammengedrukt wird, ist noch nicht ausgemacht S. 237. §. 269
ist bald gröser, und bald kleiner, und also ihre Schwere veränderlich S. 240. §. 271
wegen dieses veränderlichen Druks muß das Baro-

Barometer im Gefäße stehen, oder unten gebogen sein S.240. §.272
Drukwerk S.267. §.313
stehendes S.267. §.313
liegendes S.267. §.313
wie es das Wasser zum Steigen bringt S.268. §.314
doppeltes S.269. §.315
vereinbartes mit einem Saugwerk S.270. §.316
wo weiter von ihnen gehandelt wird S.271. §.317.
Drukschaufel S.271. §.318
Dünner Körper S.9. §.20
Durchmesser der Schwere S.17. §.44

E.

Effekt S.24. §.60
Eichpfahl S.116. §.155
Eigenthümliche Schwere der Körper S.91. §.133
wie sie sich verhält S.91. §.134
dieselbe zu finden S.92. 92.93. §.135.136.137
Eimerwerk S.276. §.325
Einfache Maschine S.23. §.59
Einfache Schaufeln S.271. §.318
Elasticität S.167. §.180
deren Gröse ist verschieden S.168. §.181.182
Elasticität der Luft wird durch die Wärme vermehrt S.219. 219. § 239.240
Elastischer Körper S.8. 211. §.15. 231
Elastischer Körper, vollkommener S.167. §.180
unvollkommener S.167. §.180
Elastische Kraft der Luft ist der Kraft gleich, womit sie zusammengepreßt wird S.213. §.233
Entfernung zweier Kräfte, daraus die Entfernung des Schwerpunkts von einem gegebenen Punkt zu finden S.47. 50. §.94. 97
Entfernung der Kräfte beim Hebel zu finden S.60. §.103
Erbzoll S.116. §.155
Erde kan nie durch ein allgemeines Erdbeben verwüstet werden S.236. §.267
Erdwinde S.114. §.153
Ergata S.114. §.153

F.

Fachbaum S.116. §.155
Fall S.116. §.155
trokkener S.116. §.155
nasser S.116. §.155
natürlicher, dadurch wird das Wasser in die Höhe gebracht S.258. §.302
wie hoch solches alsdann wieder steigt S.259. §.303
Fall der Körper S.14. §.33
dabei ist die Geschwindigkeit der Zeit proportional S.22. §.56
die Verschiedenheit der Geschwindigkeit ist blos im Wider-

Widerstand der Luft zu suchen S. 229. §. 255
Falsche Waage S. 87. §. 127
darauf das wahre Gewicht eines Körpers zu finden S. 89. §. 131
Federkraft S. 167. §. 180
deren Gröse ist verschieden S. 168. §. 181. 182
Fester Körper S. 7. §. 14
diesem wird in einem flüssigen mit einer Kraft widerstanden, die der Schwere gleich ist, welche die Menge von dem flüssigen Körper wiegt, die eben so vielen Raum einnimt, als der feste S. 190 §. 205
wie viel er von seinem Gewicht in einem flüssigen verliehrt S. 191. §. 206
leichterer, aber specifisch schwererer als der flüssige verliehrt mehr am Gewicht, als ein specifisch schwererer S. 192. §. 207
iener verliehrt mehr, als dieser, wenn beide einerlei Gewicht haben S. 192 §. 208
verliehrt mehr von seinem Gewicht in einem specifisch schwererern flüssigen Körper S. 192. §. 209
Fester specifisch leichterer Körper, wie er sich zum specifisch schweren flüssigen verhält S. 201. §. 220
Fester Körper, ein specifisch schwererer, als ein flüssiger, wenn er schwimmen muß S. 201. §. 221
Fester Körper specifisch schwererer, als ein flüssiger, aus dessen Gewicht die Gröse des hohlen Raums zu finden, wenn er schwimmen soll S. 202 §. 222
Fester hohler Körper, der schwimt, wenn in ihn andere feste Dinge gelegt werden, ohne daß er untergehet S. 203 §. 223
Fester Körper von leichterer Art, als ein flüssiger, steigt in diesem in die Höhe S. 198. §. 214
Kraft, mit welcher er in die Höhe steigt S. 198. 199 §. 215. 216
Fester Körper, aber specifisch leichterer, als ein flüssiger, taucht sich so tief in diesen, bis die Menge des flüssigen Körpers, die er aus ihrer Stelle treibt, seiner ganzen Schwere gleich ist S. 199 §. 217
Festen Körpers seine Schwere aus dem Raum zu finden, den er in einem flüssigen Körper einnimt S. 200. 200. §. 218. 219
Feuersprizze S. 269. §. 315
Fläche, schiefliegende, dabei verhält sich die Kraft zur Last, wie der Sinus des Winkels, den die schiefe Fläche mit dem Horizont macht, zu dem Cosinu

des Winkels, den die Directionslinie der Kraft, und die schiefe Fläche mit einander machen S. 142 §. 165
Fläche, schiefliegende, wie sich dabei der Druk auf sie verhält S. 142. §. 165
dabei aus dem Winkel, worunter die Kraft ziehet, dem Winkel, den diese Fläche mit dem Horizont macht, und der gegebenen Last die Kraft, oder wenn statt der Last die Kraft gegeben ist, die Last zu finden S. 142 §. 165
dabei den Druk der Last auf diese Fläche zu finden S. 142. §. 165
wie sich dabei die Kraft zur Last verhält, wenn die Directionslinie der Kraft dem Horizont parallel ist S. 146. §. 166
dabei die Kraft oder Last zu finden, wenn die Directionslinie der Kraft dem Horizont parallel ist S. 146. §. 166
wie sich dabei der Druk der Last zur Last, oder Kraft verhält, wenn die Directionslinie der Kraft dem Horizont parallel ist S. 146. §. 166
diesen Druk zu finden S. 146. §. 166
wie sich dabei der Raum der Kraft zum Raum der Last verhält S. 146. 148 §. 165. 167
Fläche, schiefliegende, wie sich dabei die Kraft zur Last verhält, wenn die Directionslinie der Kraft der schiefen Fläche parallel ist S. 148. §. 167
wie sich dabei der Druk der Last zur Kraft oder Last verhält, wenn die Directionslinie der Kraft der schiefen Fläche parallel ist S. 148. §. 167
diesen Druk zu finden S. 148. §. 167
dabei die Kraft oder Last zu finden, wenn die Directionslinie der Kraft der schiefen Fläche parallel ist S. 148. §. 167
dabei wirkt die Kraft am mehresten, wenn ihre Directionslinie der schiefen Fläche parallel ist S. 151. §. 168
wie sich dabei die Kraft zur Last verhält, wenn solche durch einen Haspel bewegt wird S. 152. §. 169
Flaschenzug S. 104. §. 145
wie sich dabei Kraft und Last verhalten S. 106 §. 146
dabei die Kraft oder Last zu finden S. 106. §. 146
woran die Seiler stets einander parallel sind S. 110. §. 147
dabei die Anzahl der Rollen aus der Kraft und Last zu finden S. 110 §. 148
wie sich dabei der Raum der

der Kraft zum Raum der Last verhält S. 111. 113 §. 149. 150
Flüssiger Körper S. 7. §. 14
deſſen Gewicht zu finden S. 174. §. 191
deſſen Oberfläche iſt ſtets horizontal S. 174. §. 192
nimt ſtets die Geſtalt des Behälters an, worinn er befindlich iſt S. 175 §. 193
drukt in einem Prisma oder Cylinder, welches ſenkrecht iſt, mit ſeinem ganzen Gewicht auf den Boden dieſes Gefäſes S. 175 §. 194
ſtehet in einer gebogenen Röhre in beiden Schenkeln gleich hoch, und der flüſſige Körper ruhet S. 176. §. 195
ruhet nicht in einer gebogenen Röhre, wenn die Oberflächen in beiden Schenkeln nicht gleich hoch ſind S. 177. §. 196
davon wird ein ieder Tropfen mit einer Kraft von dem umſtehenden flüſſigen Körper gehalten, die ſeiner Schwere gleich iſt S. 177. §. 196
deſſen Druk in einem willkührlich geſtalteten Gefäſe, das einen horizontalen Boden hat, iſt dem Gewicht einer Säule von dem flüſſigen Körper gleich, die dieſen Boden zur Grundfläche, die Höhe des flüſſigen Körpers aber zu ihrer Höhe hat S. 179. 180. §. 197 198
Flüſſiger Körper, durch eine geringe Menge deſſelben einen überaus groſen Druk zuwege zu bringen S. 181. § 199
deſſen Druk iſt, wenn der Boden des Gefäſes ſchief iſt, beinahe einer Säule von dem flüſſigen Körper gleich, die dieſen Boden zur Höhe, die Höhe des flüſſigen Körpers aber zur Höhe hat S. 183 §. 200
wie ſtark er auf die Seitenfläche eines Gefäſes drukt S. 185. §. 201
Flüſſige Körper zwei von verſchiedener Schwere, wenn ſie in einem Gefäſe im Gleichgewicht ſind S. 187. §. 203
wenn ſolche in einer gebogenen Röhre ſind, und ſich nicht mit einander vermiſchen, ſo verhalten ſich ihre Höhen im Fall des Gleichgewichts, wie umgekehrt ihre Schweren, oder Dichtigkeiten S. 189. §. 204
Flüſſiger Körper widerſtehet dem Sinken eines feſten mit einer Kraft, die der Schwere gleich iſt, welche die Menge des flüſſigen Körpers wiegt, die eben ſo vielen Raum einnimt, als der feſte S. 190 §. 205

Flüssiger Körper, wie viel darinnen ein fester von seinem Gewicht verliehrt S. 191. §. 206
darinnen verliehrt ein leichterer, aber specifisch schwererer, als der flüssige, mehr am Gewicht, als ein specifisch schwererer S. 192. §. 207
iener verliehrt mehr, als dieser, wenn beide einerlei Gewicht haben im flüssigen S. 192. §. 208
darinnen verliehrt der feste Körper mehr, als in einem specifisch leichtern S. 192. §. 209
dessen specifische Schwere zu finden S. 203. §. 224
ihre specifische Schwere und Verhältuis zu einander zu finden S. 193 193. §. 210. 211
dessen Schwere zu finden S. 197. §. 212
dessen Raum aus seiner Schwere zu finden S. 197. §. 213
ist elastisch S. 211. §. 231
läuft aus einer Röhre nicht, die an einem Ende verschlossen ist S. 233. 237 §. 263. 268
steigt in einer ieden Röhre in die Höhe, die luftleer ist S. 237. § 268
wird durch die Wärme ausgedehnt S. 243. §. 279
wird durch die Kälte verdichtet S. 243. §. 279
Flutbett S. 116. §. 155
Fluter S. 116. §. 155
Flutgang S. 116. §. 155
Flutloch S. 116. §. 155
Freilauf S. 116. §. 155
Frictio S. 23. 169. §. 58. 183
wie sie vermindert wird S. 169. 170. 171. 171 §. 184. 185. 186. 187
deren Gröse S. 170. 172 §. 185. 188
ist noch nicht genau bestimt S. 172. §. 188
wie sie zu finden S. 172 §. 188

## G.

Galiläus S. 234. §. 264
Gebrochener Hebel S. 70 §. 107
dabei die Verhältnis der Kräfte zu finden, wenn beide im Gleichgewicht sind, und die Directionslinien auf den Armen senkrecht stehen S. 71 §. 108
dabei die Verhältnis der Kräfte zu finden, wenn beide im Gleichgewicht sind, und die Directionslinien mit den Armen schiefe Winkel machen S. 73. §. 109
Gebrochener Heber S. 253. §. 297
Gefälle S. 116. §. 155
Gefäse, in einem willkührlich gestalteten, das einen horizontalen Boden hat, ist der Druk eines flüssigen Körpers dem Gewicht einer Säule gleich, die

die diesen Boden zur Grundfläche, die Höhe des flüssigen Körpers aber zur Höhe hat S.179.180. §.197.198
Gefäse, in einem, das einen schiefen Boden hat, ist der Druk des flüssigen Körpers beinahe einer Säule gleich, die diesen Boden zur Grundfläche, die Höhe des flüssigen Körpers aber zur Höhe hat S.183. §.200
wie stark dabei der Druk des flüssigen Körpers auf die Seitenfläche ist S.185. §.201
wenn darinnen zwei flüssige Körper von verschiedener Schwere im Gleichgewicht sind S.187. §.203
Gefrierpunkt S.243. §.280
Gegenwirkung S.11. §.27
Gegenwirkung und Wirkung sind einander gleich S.12. §.28
Geisfus S.121. §.156
Geld fält im luftleeren Raum so geschwind, als eine Pflaumfeder S.229. §.255
Gemeine Waage S.87. §.127
Gemeinschaftlicher Schwerpunkt S.43. §.91
Geradlinigte Bewegung S.19. §.47
Gerinne S.116. §.155
Geschwindigkeit S.20. §.50
ist bei dem Fall der Körper der Zeit proportional S.22. §.56
Geschwindigkeiten, wie sie sich verhalten S.21. §.51
Gesez ist noch nicht ausgemacht, wornach die Luft zusammengedrukt wird S.237. §.269
Gespantes Wasser S.116. §.155
Gewalt S.11. §.27
Gewicht S.15. §.38
dadurch kan eine iede Kraft vorgestelt werden S.16. §.40
eines flüssigen Körpers zu finden S.197. §.212
der Körper wird durch die äusere Gestalt nicht verändert S.16. §.42
eines specifisch schwereren festen Körpers, als eines flüssigen, daraus die Gröse des hohlen Raums zu finden, wenn der feste Körper schwimmen soll S.202. §.222
eines ieden Metalls von zweien vermischten aus dem Verlust zu finden, den diese Masse in einem flüssigen Körper leidet S.206. §.226
Gewichte der Körper, wie sie sich verhalten S.15 §.39
Gewichte zweier Materien von verschiedener specifischen Schwere, und verschiedenem Raum, den sie einnehmen, verhalten sich, wie die Produkte aus dem Raum, den iede einnimt, in ihre

specifische Schwere S. 186. §. 202
Gewichte zweier Materien von verschiedenem Raum und Schwere verhalten sich, wie die Produkte aus den Dichtigkeiten in die Räume S. 186. §. 202
Gewichte, deren Grösen können auch durch Linien ausgedrukt werden S. 16. §. 41
Getriebe S. 121. §. 156
Gleicharmige Waage S. 87. §. 127
Gleichdichter Körper S. 9 §. 21
Gleichförmig dichter Körper S. 9. §. 21
Gleichförmig zunehmende Bewegung S. 21. §. 53
wie sie sich verhält S. 22. 22 §. 54. 55
Gleichförmig abnehmende Bewegung S. 21. §. 53
wie sie sich verhält S. 22. 22 §. 54. 55
Gleichförmig schwerer Körper S. 91. §. 132
wie sie sich verhalten S. 91. §. 132
Gleichförmige Bewegung S. 20. 21. §. 49. 53
wie sie sich verhält S. 22. 22 §. 54. 55
Gleichgewicht S. 12. §. 29
wenn es beim Hebel erfolgt S. 26. 27. 28. 29. 30. 30. 32. 32. 33. 33. 33. 35. 35. 37. 37. 40. 40. 41. §. 65. 68. 69. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88.
Gleichgewicht, wenn es beim Hebel nicht erfolgt S. 28. §. 70
Gleichgewicht, wenn es bei der Rolle nicht erfolgt S. 28. §. 71
wenn es bei der Rolle erfolgt S. 27. 28. §. 67. 72
Gleichgewicht bei dem Winkelhebel, wie sich dabei die Kräfte verhalten, wenn die Directionslinien auf den Armen senkrecht stehen S. 71. §. 108
Gleichgewicht bei dem Winkelhebel, wie sich dabei die Kräfte verhalten, wenn die Directionslinien mit den Armen schiefe Winkel machen S. 73. §. 109
Gleichgewicht bei dem Winkelhebel, wie sich in dem Fall des Gleichgewichts überhaupt die Kräfte verhalten S. 74. §. 110
Gleichgewicht entstehet am Winkelhebel, wenn die Momente gleich sind S. 75. §. 111
Gleichgewicht am Winkelhebel entstehet durch eine dritte Kraft, die dem Druk gleich ist, womit beide Kräfte nach dem Ruhepuntt drukken S. 75. §. 113
Gleichgewicht beim Keil zu finden S. 153. §. 171
Gleichgewicht entstehet bei

der

der Schraube, wenn sich die Kraft zur Last, wie die Höhe eines Schraubenganges zum Umfang der Schraube verhält S. 163. §. 174
Gleichgewicht, wenn es bei flüssigen Körpern von verschiedener Schwere in einem Gefäse erfolgt S. 187. §. 203
Gleichschenkelichter Keil S. 152. §. 170
Glokke der Luftpumpe S. 220. §. 247
darinnen fält, wenn die Luft verdünt ist, die Pflaumfeder so geschwind, als ein Stück Geld S. 229. §. 255
darinnen brent kein Licht S. 229. §. 256
darinnen sterben die Thiere S. 229. §. 257
darinnen entstehet kein Schall S. 230. §. 258
darinnen die Verdünnung der Luft von einer Anzahl Auspumpungen zu finden S. 230. 233. §. 261. 262.
Göbel S. 114 §. 153
Grade der Verdünnung S. 243. §. 280
der Verdichtung S. 243. §. 280
Griessäulen S. 116. §. 155
Grieswerk S. 116. §. 155
Gröse der äusern oder Seitenkräfte zu finden S. 83. §. 123
Gröse der mittleren Kraft zu finden S. 81. §. 121
Grundwerk S. 116. §. 155
Guerikkische Leere S. 225. §. 249
Guerikkische Halbkugeln S. 228. §. 254
Gurgel S. 267. §. 313
Gurgelklappe S. 268. §. 314
Gute Brunnen bei Hanau S. 213. §. 234

## H.

Halbkugeln, Guerikkische S. 228. §. 254
Halboberschlächtiges Wasserrad S. 116. §. 155
Handhaben S. 114. §. 153
Handpumpe S. 265. §. 310
Handsprizze S. 269. §. 315
Harter Körper S. 8. §. 15
Haspel S. 114. §. 153
stehender S. 114. §. 153
Haspel, wie sich dabei die Kraft zur Last verhält, wenn eine Last auf einer schiefliegenden Fläche bewegt wird S. 152. §. 169
Haspelhörner S. 114. §. 153
Hebel, mathematischer S. 24. §. 61
Hebel, dessen Arme S. 24. §. 61
Hebel, wo er anzutreffen S. 25. §. 62
Hebel, waagförmiger S. 25. §. 63
Hebel von der ersten Art S. 25. §. 63
von der andern Art S. 25. §. 63
Hebel der ersten Art ist im Gleich-

Gleichgewicht, wenn er in der Mitte unterstüzt ist, und auf beiden Seiten in gleicher Entfernung von ihr gleiche Gewichte hängen S. 26. §. 65
Hebel der ersten Art ist im Gleichgewicht, dieses Gleichgewicht bleibt, wenn man vermittelst einer Rolle über den Ruhepunkt ein Gewicht hängt, das der Summe der angebrachten Gewichte gleich ist S. 26. §. 68
die Gewichte verhalten sich in diesem Fall, wie die Arme des Hebels S. 28. §. 69
Hebel der ersten Art, wenn er in der Mitte aufliegt, und die an den Enden in gleicher Entfernung vom Ruhepunkt angebrachten Kräfte sind ungleich, so erfolgt kein Gleichgewicht S. 28. §. 70
Hebel der andern Art, wenn die an ihn angebrachte Gewichte im Gleichgewicht sind, und man verwandelt ihn in einen Hebel der ersten Art, so bleibt noch ein Gleichgewicht S. 29. §. 74
Hebel, wenn an einem von einer Art zwei Kräfte im Gleichgewicht sind, so sind sie es auch an dem Hebel der andern Art in eben solchen Entfernungen vom Ruhepunkt S. 30. §. 75
Hebel von der andern Art, dabei entstehet ein Gleichgewicht, wenn das eine Gewicht noch einmal so weit vom Ruhepunkt entfernt ist, als das noch so grose Gewicht S. 30. §. 76
in diesem Fall verhalten sich die Gewichte, wie umgekehrt die Arme des Hebels S. 32. §. 77
Hebel der ersten Art, dabei entstehet ein Gleichgewicht, wenn das eine Gewicht noch einmal so weit vom Ruhepunkt entfernt ist, als das noch so grose Gewicht S. 32. §. 78
Hebel, dabei aus seiner Schwere, der Entfernung der Kraft, der Entfernung der Last, der Entfernung des Schwerpunkts des Hebels, und der Kraft, die Gröse der Last zu finden S. 54. §. 101
dabei aus seiner Schwere, der Entfernung, der Kraft, der Last, der Entfernung des Schwerpunkts des Hebels, und der Last, die Gröse der Kraft zu finden S. 57. §. 102
Hebel, aus seiner Länge, der Entfernung des Schwer-

Schwerpunkts des Hebels vom Orte der Kraft, der Schwere des Hebels, der Kraft und der Last, den Ort der Unterlage, also die Entfernung der Kraft und der Last zu finden S.60. §.103
Hebel, sowohl beim Hebel der ersten, als andern Art entstehet ein Gleichgewicht, wenn sich die Gewichte umgekehrt, wie ihre Entfernungen verhalten, und dieser ihre Verhältnis wie 1 zu 2 ist S.33. §.80
Hebel, bei einem ieden bleibt noch, wenn die Kräfte im Gleichgewicht sind, ein Gleichgewicht, wenn man die grösere Entfernung um die kleinere, aber auch das grösere Gewicht um das kleinere vermehrt S.33. §.81
wie sich in diesem Fall die Gewichte verhalten S.35. §.82
Hebel, bei einem ieden entstehet ein Gleichgewicht, wenn das eine Gewicht ein aliquoter Teil des andern ist, und es verhalten sich diese Gewichte umgekehrt, wie ihre Entfernungen S.35. §.83
wie sich in diesem Fall die Gewichte verhalten S.37. §.84
Hebel, bei einem ieden sind beide Kräfte im Gleichgewicht, wenn solche ganze Zahlen sind, und sich umgekehrt, wie ihre Entfernungen verhalten S.37. 40. § 85. 86
Hebel, bei einem ieden sind die Kräfte im Gleichgewicht, wenn sie sich umgekehrt, wie die Entfernungen vom Ruhepunkt verhalten S. 40. § 87
wie sich in diesem Fall die Kräfte verhalten S.41. 42. §.88. 90
Hebel, wenn daran die Momente gleich sind: So entstehet ein Gleichgewicht S.41. §.88
das von ihm erwiesene Gleichgewicht der Kräfte wird durch Exempel erläutert S.42. §.89
Hebel der ersten Art, dabei aus den Entfernungen der Kräfte den Ort der Unterlage zu finden S.43. §.92
Hebel der andern Art, dabei aus den Entfernungen der Kräfte den Ort der Unterlage zu finden S.45. §.93
Hebel der ersten Art, dabei aus den gegebenen Entfernungen zweier Kräfte von einem angenommenen Punkt die Entfernung des Schwerpunkts von diesem Punkt zu finden S.47. §.94
Hebel, daran sind die Kräfte im Gleichgewicht, wenn

sie

sie sich umgekehrt, wie die Perpendikularlinien verhalten, durch welche die Kräfte bewegt werden, wenn sich der Hebel um seine Unterlage drehet S. 68. §. 104
daran sind zwei Kräfte im Gleichgewicht, wenn sie sich umgekehrt, wie die Wege, oder Räume verhalten, durch welche die Kräfte bewegt werden, wenn sich der Hebel um seine Unterlage drehet S. 69. §. 105
dabei verliehrt man an der Gröse des Raums der Last, was man an der Gröse der Kraft gewint S. 70. §. 106
Hebel gebrochener S. 70 §. 107
dabei die Verhältnis der Kräfte zu finden, wenn beide im Gleichgewicht sind, und die Directionslinien auf den Armen senkrecht stehen S. 71 §. 108
dabei die Verhältnis der Kräfte zu finden, wenn beide im Gleichgewicht sind, und die Directionslinien mit den Armen schiefe Winkel machen S. 73. §. 109
wenn daran die Kräfte unter schiefen Winkeln angebracht sind, so verhalten sich dieselbe umgekehrt, wie die Perpendikularlinien, die von dem Ruhepunkt des Hebels auf die Directionslinien dieser Kräfte gezogen worden S. 84. §. 124
Hebel, wie sich daran die Kräfte verhalten, wenn ihre Directionslinien parallel sind S. 86. §. 125
daran haben die Kräfte die gröste Wirkung, wenn sie unter parallelen Richtungen angebracht sind S. 87. §. 126
Heber S. 251. §. 291
dadurch läuft ein flüssiger Körper, so lang die Oefnung auser diesem Körper tiefer stehet, als die Oefnung in demselben, und der flüssige Körper nicht über 32 Fus steigen muß S. 251. §. 292
wenn er aufhört zu laufen S. 252. §. 293
der würtembergische S. 252 §. 294
darinnen richten sich die Höhen, worauf der flüssige Körper steiget, nach der Verhältnis der eigenen Schweren dieser Körper S. 253 §. 296
Heber gebrochener S. 253 §. 297
Hebeschaufel S. 271. §. 318
Hebeschüssel S. 271. §. 318
Hebgeschirr S. 161. §. 173
Hebzeug S. 23. §. 59
Hinterwasser S. 116. §. 155
Hirn S. 243. §. 278
Höhere Mechanik S. 6. §. 9

Hörner S. 114. §. 153
Hoher Saz S. 265. §. 310
wirkt weniger, als ein niedriger S. 266. §. 311
Horizontalrad S. 113. §. 151
Horizontales Wasserrad S. 116. §. 155
Hornhaspel S. 114. §. 153
Hub S. 262. §. 307
Huygen S. 243. §. 278
Hydraulik S. 250. §. 289
Hydrostatik S. 173. §. 189
mit welchen Eigenschaften der flüssige Körper sie umgehet S. 173. §. 190
Hydrostatische Waage S. 193 §. 211
Hygrometer S. 248. 249 §. 286. 287
Hygroscopium S. 248. 249 §. 286. 287
Hypomochlion S. 24. §. 61

## J.

Jordan S. 252. §. 294
Impetus S. 11. §. 27
Inertia S. 11. §. 26
Interstitia S. 8. §. 18

## K.

Kälte verdichtet die Körper S. 210. 243. §. 229. 279
und Wärme der Körper verändert die specifische Schwere derselben S. 245. §. 282
Kalte Luft, darinnen wiegt ein Körper weniger, als in der warmen S. 246 §. 283
Kalter Körper wiegt mehr, als wenn er warm ist S. 246. §. 283
Kammen S. 121. §. 156
Kamrad S. 121. §. 156
Kastenwerk S. 276. §. 326
Kehrrad S. 116. §. 155
Keil S. 152. §. 170
dessen Rükken S. 152. §. 170
dessen Schärfe S. 152. §. 170
gleichschenkelichter S. 152 §. 170
dessen Theorie ist noch mangelhaft S. 160. §. 172
dessen Breite des Rükkens S. 152. §. 170
dabei die Verhältnis des Gleichgewichts zu finden S. 153. §. 171
Kielstökkel S. 262. §. 308
Klappe S. 259. §. 305
Klozpumpe S. 265. §. 310
Kloben S. 104. §. 145
Körper S. 7. §. 13
fester S. 7. §. 14
mit welcher Kraft ihm in einem flüssigen widerstanden wird S. 190 §. 205
wie viel er von seinem Gewicht in einem flüssigen verliehrt S. 191. §. 206
leichterer, aber specifisch schwererer, als der flüssige, verliehrt mehr von seinem Gewicht, als der specifisch schwerere S. 192. §. 207
iener verliehrt mehr, als dieser, wenn beide ein Gewicht haben S. 192 § 208
verliehrt mehr von seinem Gewicht

Gewicht in einem specifisch schwerern flüssigen Körper S. 192. §. 209
Körper, flüssiger S. 7. §. 14
deßen Schwere zu finden S. 174 §. 191
deßen Oberfläche ist horizontal S. 174. §. 192
nimt stets die Gestalt des Behälters an, worinnen er befindlich ist S. 175 §. 193
drukt in einem senkrechten Prisma, oder Cylinder mit seinem ganzen Gewicht auf den Boden dieses Gefäses S. 175 § 194
stehet in einer gebogenen Röhre in beiden Schenkeln gleich hoch, und der Körper ist ruhig S. 176 §. 195
ruhet in einer gebogenen Röhre nicht, wenn die Oberflächen in beiden Schenkeln nicht gleich hoch sind S. 177. §. 196
davon wird ein ieder Tropfen mit einer Kraft von dem umstehenden flüssigen Körper gehalten, die seiner Schwere gleich ist S. 177. §. 196
deßen Druk in einem willkührlich gestalteten Gefäse, welches einen horizontalen Boden hat, ist dem Gewicht einer Säule von dem flüssigen Körper gleich, welche diesen Boden zur Grundfläche, die Höhe des flüssigen Körpers aber zur Höhe hat S. 179. 180. §. 197 198
Körper flüssiger durch eine geringe Menge deßelben einen überaus grosen Druk zuwege zu bringen S. 181 §. 199
deßen Druk ist, wenn der Boden eines Gefäses schief ist, beinahe einer Säule von dem flüssigen Körper gleich, die diesen Boden zur Grundfläche, die Höhe des flüssigen Körpers aber zur Höhe hat S. 183. §. 200
wie stark er auf die Seitenfläche eines Gefäses drukt S. 185. §. 201
Körper, zwei flüssige von ungleicher Schwere, wenn solche in einem Gefäse im Gleichgewicht sind S. 187. §. 203
flüssige zwei von verschiedener Schwere, wenn solche in einer gebogenen Röhre sind, und sich nicht mit einander vermischen: So verhalten sich im Fall des Gleichgewichts ihre Höhen, wie umgekehrt ihre Schweren, oder Dichtigkeiten S. 189. §. 204
ein flüssiger widerstehet dem Sinken eines festen mit einer Kraft, die der Schwere gleich ist, welche die Menge von dem flüssi-

flüssigen Körper wiegt, die eben so vielen Raum einnimt, als der feste S. 190. §. 205
Körper flüssiger, wie viel darinnen ein fester von seinem Gewicht verliehrt S. 191. §. 206
flüssiger, darinnen verliehrt ein leichterer, aber specifisch schwererer, als der flüssige, mehr am Gewicht, als der specifisch schwerere S. 192. §. 207
jener verliehrt mehr als dieser im flüssigen, wenn beide ein Gewicht haben S. 192. §. 208
darinnen verliehrt der feste mehr, als in einem specifisch leichteren S. 192 §. 209
spröder S. 8. §. 15
harter S. 8. §. 15
elastischer S. 8. §. 15
weicher S. 8. §. 15
biegsamer S. 8. §. 15
ziehbarer S. 8. §. 15
Körper dessen Umfang S. 8 §. 16
Körper dichter S. 9. §. 20
Körper dünner S. 9. §. 20
Körper lokkerer S. 9 §. 20
Körper vollkommen dichter S. 9. §. 21
Körper gleich dichter S. 9 §. 21
Körper gleichförmig dichter S. 9. §. 21
Körper, wie sich deren Dichtigkeiten verhalten, wenn sie gleich gros und gleich dichte sind S. 9. §. 22
Körper, wenn deren Massen gleich sind, wie sich ihre Dichtigkeiten verhalten S. 10. §. 23
dessen Ort S. 10. §. 24
wenn er sich bewegt S. 11 §. 25
wenn er ruhet S. 11. §. 25
dessen Fall S. 14. §. 33
deren Schwere S. 14 §. 34
alle Teile desselben sind schwer S. 14. §. 35
ie gröser dessen Masse ist, um desto schwerer ist er S. 15. §. 36
von schwererer Art, oder dichtere Körper S. 15 §. 37
lokkere, oder leichtere S. 15. §. 37
ihre Gewichte, wie sie sich verhalten S. 15. §. 39
fester specifisch leichterer wie er sich zum specifisch schwereren flüssigen verhält S. 201. §. 220
specifisch schwererer, als ein flüssiger, wenn er schwimmen muß S. 201. §. 221
specifisch schwererer, als ein flüssiger, aus dessen Gewicht die Gröse des hohlen Raums zu finden, wenn er schwimmen soll S. 202. §. 222
fester hohler, der schwimt, wenn in ihn andere Dinge gelegt werden können, ohne daß er untergehet S. 203. §. 223
der flüssigen ihre specifische

Schwere zu finden S. 203. §. 224
Körper verschiedener, ihre specifische Schweren verhalten sich wie die Produkte aus dem Gewicht des einen in freier Luft zu dem Gewicht des andern in einem flüssigen Körper S. 205. §. 225
verschiedener specifischen Schweren, wenn sie sich verkehrt, wie ihr Verlust in einem flüssigen Körper verhalten S. 205. §. 225
verschiedener specifische Schwere durch Abwiegen im flüssigen Körper zu finden S. 205. §. 225
flüssiger, ihre specifische Schweren, und Verhältnis zu einander zu finden S. 193 193. §. 210. 211
eines flüssigen seine Schwere zu finden S. 197. §. 212
eines flüssigen Raum aus seiner Schwere zu finden S. 197. §. 213
ein fester von leichterer Art, als ein flüssiger, steigt in diesem in die Höhe S. 198. §. 214
Kraft mit welcher er in die Höhe steigt S. 198. 199 §. 215. 216
fester, aber specifisch leichterer, als ein flüssiger, taucht sich so tief in diesen, bis die Menge des flüssigen Körpers, die er aus ihrer Stelle treibt, seiner ganzen Schwere gleich ist S. 199. § 217
Körper, eines festen, seine Schwere aus dem Raum zu finden, den er in einem flüssigen Körper einnimt S. 200. 200. §. 218. 219
wenn er geprest, zusammen gedrukt, zusammen gezogen, oder verdichtet wird S. 210. §. 229
wenn er ausgedehnt wird S. 211. §. 230
elastischer S. 211. §. 231
flüssiger ist elastisch S. 211. §. 231
sind in freier Luft leichter, als im luftleeren Raum S. 229. §. 255
flüssiger, lauft aus einer Röhre nicht, die an einem Ende verschlossen ist S. 233. 237. §. 263. 268
flüssiger steigt in einer ieden Röhre in die Höhe, die luftleer ist S. 237. §. 268
flüssiger, wird durch die Wärme ausgedehnt S. 243. §. 279
wird durch die Kälte verdichtet S. 243. §. 279
deren specifische Schwere wird durch die Wärme und Kälte verändert S. 245. §. 282
wiegt in freier Luft weniger, als im luftleeren Raum S. 246. §. 283
wiegt in der warmen Luft schwerer, als in der kalten S. 246. §. 283
wiegt warm weniger, als wenn er kalt ist S. 246. §. 283

Körper, dessen Gewicht wird durch die äusere Gestalt nicht verändert S. 16. §. 42
fallen in geraden einander parallelen, und senkrechten Linien nach der Erde S. 17. §. 43
dessen Mittelpunkt der Gröse S. 18. §. 45
dessen Mittelpunkt der Schwere S. 18. §. 45
wenn dessen Mittelpunkt der Gröse und Schwere einerlei Punkt ist S. 19. §. 46
gleichförmig schwere S. 91. §. 132
wie sie sich verhalten S. 91. §. 132
deren Dichtigkeiten, wie sie sich verhalten S. 91. 91 §. 132. 134
dessen besondere, eigenthümliche, oder specifische Schwere S. 91. §. 133
wie sie sich verhält S. 91. §. 134
dieselbe zu finden S. 92. 92. 93. §. 135 136 137
Kolben S. 259. §. 305
Kolbenstange S. 259. §. 305
Kolbenröhre S. 259. §. 305
Kopf S. 256. §. 301
Kräfte in Eins zu bringen S. 49. 52. 52. §. 96. 99. 100
deren Grösen können auch durch Linien ausgedrukt werden S. 16. §. 41
zwei am Hebel angebrachte sind im Gleichgewicht, wenn sie sich umgekehrt, wie ihre Entfernungen vom Ruhepunkt verhalten S. 40. §. 87
Kräfte, zwei am Hebel angebrachte sind im Gleichgewicht, wenn sie sich umgekehrt, wie die Perpendikularlinien verhalten, durch welche die Gewichte bewegt werden, wenn sich der Hebel um die Unterlage drehet S. 68. §. 104
Kräfte sind am Hebel im Gleichgewicht, wenn sie sich verkehrt, wie die Wege oder Räume verhalten, durch welche die Kräfte bewegt werden, wenn sich der Hebel um seine Unterlage drehet S. 69. §. 105
dabei verliehrt man an dem Raum der Last, was man an der Gröse der Kraft gewint S. 70. §. 106
Kräfte, deren Verhältnis an dem Winkelhebel zu finden, wenn beide im Gleichgewicht sind, und die Directionslinien auf den Armen des Hebels senkrecht stehen S. 71. §. 108
Kräfte, deren Verhältnis zu finden, wenn beide im Gleichgewicht sind, und die Directionslinien mit den Armen schiefe Winkel machen S. 73. §. 109

Kräfte am Winkelhebel verhalten sich im Fall des Gleichgewichts überhaupt, wie umgekehrt die Entfernungen der Directionslinien vom Ruhepunkt S. 74. §. 110
Kräfte am Winkelhebel sind im Gleichgewicht, wenn ihre Momente gleich sind S. 75. §. 111
Kräfte sind am Hebel im Gleichgewicht, wenn ihre Momente gleich sind S. 41. §. 88
Kräfte, wie sie sich am Winkelhebel verhalten S. 71 §. 115
Kräfte, wenn solche unter schiefen Winkeln an dem geradlinigten Hebel ziehen; So verhalten sich dieselbe umgekehrt, wie die Perpendikularlinien, die von dem Ruhepunkt des Hebels auf die Directionslinien dieser Kräfte gezogen werden S. 84. §. 124
wie sich solche am Hebel verhalten, wenn ihre Directionslinien parallel sind S. 86. §. 125
haben am Hebel die gröste Wirkung, wenn sie unter parallelen Richtungen angebracht sind S. 87. §. 126
tode S. 12. §. 29
lebendige S. 12. §. 29
Kraft S. 11. 13. 24 §. 27. 30. 61
Kraft, worinnen solche bestehen kan S. 13. §. 31
äusere S. 23. §. 57
mittlere S. 23. §. 57
iede kan durch ein Gewicht vorgestelt werden S. 16. §. 40
wie sie sich beim Keil zum Widerstand verhält S. 153. §. 171
der Trägheit S. 11. §. 26
bewegende S. 11. §. 27
welche mit den Kräften am Winkelhebel im Gleichgewicht ist S. 76. §. 113
Kraft, mittlere ist aus den äusern zusammen gesezt S. 77. §. 116
der mittlern ihre Gröse aus den Seitenkräften zu finden S. 78. §. 117
Kraft, eine iede kan auf unzählige Arten in zwei äusere Kräfte zerlegt werden S. 80. §. 119
mittlere, ihre Richtung zu finden S. 81. §. 121
ihre Gröse zu finden S. 81. §. 121
wie sie sich zu ieder Seitenkraft, oder äuseren Kraft verhält S. 82. §. 122
Kraft, deren Gröse bei der Rolle zu finden, wenn der Radius der Rolle, die Sehne von einem Berührungspunkt des Seils bis zu dem andern, und die Last gegeben ist S. 95. 99. 102. §. 140. 141. 144
Kraft, wie sie sich bei der Rolle

von der andern Art zur Last verhält S. 95. 99 §. 140. 141
Kraft hat dabei die gröste Gewalt, wenn die Seiler einander parallel sind S. 100. §. 142
und Last sind bei der Rolle der ersten Art gleich S. 95. §. 139
und Last wie sie sich bei dem Flaschenzug verhalten S. 106. §. 146
deren Gröse bei dem Flaschenzug zu finden S. 106. §. 146
und Last, daraus bei einem Flaschenzug die Anzahl der Rollen zu finden S. 110. §. 148
wie sie sich zur Last bei einem Rade verhält S. 123. §. 157
zu finden, wenn verschiedene Räder in einander greifen, und die Radii der Getriebe und Räder samt der Last gegeben sind S. 127. §. 160
bei einem Hebel zu finden S. 57. §. 102
deren Entfernung bei dem Hebel zu finden S. 60. §. 103
wenn solche eine Last auf einer schiefliegenden Fläche erhält: So verhält sich dieselbe zur Last, wie der Sinus des Winkels, den die schiefe Fläche mit dem Horizont macht, zu dem Cosinu des Winkels, den die Directionslinie der Kraft und die schiefe Fläche mit einander machen S. 142. §. 165
Kraft bei der schiefliegenden Fläche aus dem Winkel, worunter die Kraft ziehet, dem Winkel, den diese Fläche mit dem Horizont macht, und der gegebenen Last zu finden S. 142. §. 165
wie sie sich bei einer schiefen Fläche verhält, wenn die Directionslinie der Kraft dem Horizont parallel ist S. 146. §. 166
bei der schiefliegenden Fläche zu finden, wenn die Directionslinie der Kraft dem Horizont parallel ist S. 146. §. 166
wie sie sich zur Last verhält, wenn die Directionslinie der Kraft der schiefen Fläche parallel ist S. 148. §. 167
bei der schiefliegenden Fläche zu finden, wenn die Directionslinie der Kraft der schiefen Fläche parallel ist S. 148. §. 167
wirkt bei der schiefen Fläche am mehresten, wenn die Directionslinie der Kraft der schiefen Fläche parallel ist S. 151. § 168
wie sie sich zur Last verhält, wenn eine Last durch einen Haspel auf einer schiefliegenden Fläche bewegt wird S. 152. §. 169

Kraft wie sie sich bei der Schraube zur Last verhält §. 163. §. 174
ist bei der Schraube kleiner, wenn die Höhe der Schraubengänge vielmal in dem Umfang der Schraube enthalten ist S. 163. §. 175
bei der Schraube zu finden S. 164. §. 176
elastische der Luft ist der Kraft gleich, womit sie zusammen gepreßt wird S. 213. §. 233
Kramerwaage S. 87. §. 127
Kranz S. 113. §. 151
Kreuzhaspel S. 114. §. 153
Kronrad S. 121. §. 156
Kropf S. 116. 256. 267 §. 155. 301. 313
Krumlinigte Bewegung S. 19. §. 47
Kumpf S. 121. §. 156
Kurbel S. 114. §. 153

L.

Lappen S. 256. § 301
Last S. 13. 24. §. 30. 61
worinnen solche bestehen kan S. 13. §. 31
deren Entfernung beim Hebel zu finden S. 60. §. 103
deren Gröse zu finden, wenn der Radius der Rolle, die Sehne von einem Berührungspunkt des Seils bis zu dem andern, und die Kraft gegeben ist S. 95. 99. 102 §. 140. 141. 144
Last, wie sie sich bei der Rolle der andern Art zur Kraft verhält S. 95 99. §. 140. 141
Last und Kraft sind bei der Rolle der ersten Art gleich S. 95. §. 139
und Kraft, wie sie sich bei dem Flaschenzug verhalten S. 106. §. 146
deren Gröse bei dem Flaschenzug zu finden S. 106. §. 146
und Kraft, daraus bei einem Flaschenzug die Zahl der Rollen zu finden S. 110 §. 148
wie sie sich zur Kraft bei dem Rade verhält S. 123. §. 157
zu finden, wenn verschiedene Räder in einander greifen, und die Radii der Getriebe und Räder samt der Kraft gegeben sind S. 127. §. 160
bei einem Hebel zu finden S. 54. §. 101
wenn solche von einer Kraft auf einer schiefliegenden Fläche erhalten wird: So verhält sich dieselbe zur Kraft, wie der Cosinus des Winkels, den die Directionslinie der Kraft und die schiefe Fläche mit einander machen, zu dem Sinu des Winkels, den die schiefe Fläche mit dem Horizont macht S. 142. §. 165
bei der schiefliegenden Fläche aus dem Winkel, worun=

worunter die Kraft ziehet, dem Winkel, welchen diese Fläche mit dem Horizont macht, und der gegebenen Kraft zu finden S. 142. §. 165
Last, deren Druk auf eine schiefe Fläche zu finden S 142. §. 165
wie sich dieselbe bei einer schiefen Fläche zur Kraft verhält, wenn die Directionslinie der Kraft dem Horizont parallel ist S. 146. §. 166
bei einer schiefliegenden Fläche zu finden, wenn die Directionslinie der Kraft dem Horizont parallel ist S. 146. §. 166
wie sie sich zur Kraft verhält, wenn die Directionslinie der Kraft der schiefen Fläche parallel ist S. 148. §. 167
zu finden, wenn die Directionslinie der Kraft der schiefen Fläche parallel ist S. 148. §. 167
wie sie sich zur Kraft verhält, wenn sie durch einen Haspel auf einer schiefliegenden Fläche bewegt wird S. 152. §. 169
oder Widerstand, wie er sich beim Keil zur Kraft verhält S. 153. §. 171
wie sie sich bei der Schraube zur Kraft verhält S. 163. §. 174
bei der Schraube zu finden S. 164. §. 175
Lebendige Kräfte S. 12. §. 29
Lebendiges Wasser S. 116. §. 155
Leere boyleische S. 225. §. 249
guerikkische S. 225. § 249
taricellische S. 234. §. 264
Libra S. 87. §. 127
Licht brent im luftleeren Raum nicht S. 229. §. 256
Liederung S. 262. §. 308
Liegendes Rad S. 113. §. 151
Lokkerer Körper S. 9. §. 20
Luft S. 210. §. 227
läst sich zusammen pressen S. 211. 225. 227 §. 232. 250. 251
deren elastische Kraft ist der Kraft gleich, womit sie zusammen gepreſt wird S. 213. §. 233
drukt nach allen Seiten S. 216. 227. §. 236. 252
ist schwer S. 217. 227 §. 237. 253
wird von der Wärme ausgedehnt S. 219. §. 238
deren Elasticität wird durch die Wärme vermehrt S. 219. 219. §. 239. 240
deren Druk auf einen Raum richtet sich nach der Höhe der Luftsäule, welche über diesem Raum stehet S. 220. §. 241
dringt in alle nicht verschlossene leere Räume S. 220. 228. §. 242. 254
wird in einerlei neben einander liegenden Höhen gleich stark gepreſt S. 220. §. 242

Luft drukt in einem niedrigen Ort stärker, als in einem höhern S. 221. §. 243
muß um die Erde gleich hoch stehen, und dieselbe wie eine Kugel umgeben S. 221. §. 244
durch die Luftpumpe zu verdünnen S. 223. §. 248
deren Widerstand ist blos die Ursache, daß Körper von verschiedener Schwere mit verschiedener Geschwindigkeit fallen S. 229. §. 255
deren Verdünnung von einer Anzahl Auspumpungen unter der Glokke der Luftpumpe zu finden S. 230. 233. §. 261. 262
drukt so stark auf eine Fläche, als eine Quecksilbersäule von 28 Zoll, oder eine Wassersäule von 32 Fus hoch, die eben diese Fläche zur Grundfläche hat S. 235. 235 §. 265. 266
das Gesez, wornach sie zusammen gedrukt wird, ist noch nicht ausgemacht S. 237. §. 269
deren Druk ist bald gröser und kleiner, und also ihre Schwere veränderlich S. 240. §. 271
wegen dieses Druks muß das Barometer in einem Gefäse stehen, oder unten gebogen sein S. 240. §. 272
warme, darinnen wiegt ein Körper mehr, als in der kalten S. 246. §. 283
Luft, deren Veränderung in ihrer Dichtigkeit zu finden S. 248. §. 285
Luftkreis S. 222. §. 245
Luftleerer Raum S. 225. 233. §. 249. 263
darinnen fält die Pflaumfeder so geschwind als ein Stück Geld S. 229. §. 255
darinnen brent kein Licht S. 229. §. 256
darinnen sterben die Thiere S. 229. §. 257
darinnen entstehet kein Schall S. 230. §. 258
darinnen wiegt ein Körper schwerer, als in freier Luft S. 246. §. 283
Luftleere Röhre, darinnen steigt ieder flüssige Körper in die Höhe S. 237. §. 268
Luftpumpe S. 222. 222 §. 246. 247

## M.

Manometer S. 246. §. 284
Manoscopium S. 246 §. 284
Mahl gerinne S. 116. §. 155
Mahlpfahl S. 116. §. 155
Mariotte S. 237. §. 269
Maschine S. 23. §. 59
einfache S. 23. §. 59
zusammengesezte S. 23. §. 59
es können noch viele erfunden werden S. 276. §. 327
dabei die Einrichtung zu finden, daß ein Rad um eine gewisse Zahl herum gehet, bis ein anderes einmal

einmal herum komt S. 137. §. 163
Masse des Körpers S. 8. §. 17
ie gröser solche ist, um desto schwerer ist der Körper S. 15. §. 36
Materie des Körpers S. 8. § 17
Materien zweier von verschiedener specifischen Schwere und verschiedenem Raum, den sie einnehmen, ihre Gewichte verhalten sich, wie die Produkte aus dem Raum, den eine iede einnimt, in ihre specifische Schwere S. 186. §. 202
zweier von verschiedenem Raum und Schwere, ihre Gewichte verhalten sich, wie die Produkte aus den Dichtigkeiten in die Räume S. 186. §. 202
Mathematischer Hebel S 24. §. 61
wo er anzutreffen S. 25. §. 62
Mechanik S. 6. §. 8
höhere S. 6. §. 9
unter diesem Wort wird vornehmlich die Statik vorgetragen S. 6. §. 10
was überhaupt darinnen vorgetragen wird S. 6. 7. §. 11. 12
Mechanik teilt sich in die Statik, und die eigentliche Mechanik S. 5. §. 6
Mersenni Regel vom Keil S. 153. §. 171
Metalle, bei zwei vermischten aus dem Verlust, den die Masse in einem flüssigen Körper leidet, das Gewicht eines ieden Metalls in dieser Masse zu finden S. 206. §. 226
Metalle nehmen nach der Vermischung öfters einen kleineren Raum ein, als sie zuvor einzeln eingenommen haben S. 206. §. 226
Mittelpunkt der Gröse S. 18. §. 45
der Schwere S. 18. §. 45
der Gröse und Schwere, wenn solcher einerlei Punkt ist S. 19. §. 46
Mittlere Kraft S. 23. §. 57
ist aus den äusern zusammen gesezt S. 77. §. 116
aus den äusern Kräften zu finden S. 78. §. 117
ist den äuseren oder Seitenkräften aequipollent S. 79. §. 118
ihre Richtung zu finden S. 81. §. 121
ihre Gröse zu finden S. 81. §. 121
wie sie sich zu ieder Seiten- oder äuseren Kraft verhält S. 82. §. 122
Mittlere Richtung S. 23. 43 §. 57. 91
wie sie am Winkelhebel entstehet S. 75. §. 112
welche sie am Winkelhebel ist S. 77. §. 115
Moment S 41. §. 88
Momente, wenn diese am Hebel gleich sind: So entstehet ein Gleichgewicht S. 41. §. 88

Momente, wenn diese am Winkelhebel gleich sind; so entstehet ein Gleichgewicht S. 75. §. 111
Motus continuo acceleratus S. 21. §. 52
continuo retardatus S. 21. §. 52
uniformiter acceleratus S. 21. §. 53
wie er sich verhält S. 22. 22. §. 54. 55
uniformiter retardatus S. 21. §. 53
wie er sich verhält S. 22. 22. §. 54. 55

## N.

Nasser Fall S. 116. §. 155
Natürlicher Fall, dadurch wird das Wasser in die Höhe gebracht S. 258. §. 302
wie hoch das Wasser alsdann wieder steigt S. 259. § 303
Nehrzoll S. 116. §. 155
Newton S. 230. §. 259
Niedriger Saz S. 265. §. 310
wirkt mehr, als ein hoher S. 266. §. 311

## O.

Obere Rollen S. 104. §. 145
Oberschlächtiges Wasserrad S. 116. §. 155
Ort des Körpers S. 10. §. 24
Ort der Unterlage an dem Hebel der ersten Art aus den Entfernungen der Kräfte zu finden S. 43. §. 92
an dem Hebel der andern Art aus den Entfernungen der Kräfte zu finden S. 45. §. 93

## P.

Palmulae S. 116. §. 155
Pansterrad S. 116. §. 155
Paternosterwerk S. 274. §. 323
Paxili S. 121. §. 156
Pfannen S. 87. §. 127
Pferdegöbel S. 115. §. 154
Pflaumfeder fält im luftleeren Raum so geschwind, als ein Stük Geld S. 229. §. 255
Plumpe S. 259. §. 305
wie sie Wasser gibt S. 260. §. 306
Polzen S. 94. §. 138
Polyspastus S. 104. §. 145
Pori S. 8. §. 18
Presse S. 161. §. 173
Pressung S. 210. §. 229
der Luft S. 211. §. 232
Pümper S. 253. §. 295
Pumpe S. 253. 259. 262. 265 §. 295. 305. 308. 310
wie sie Wasser gibt S. 260. §. 306
Pumpe läst das Wasser fallen S. 262. §. 207
anfrischen S. 262. §. 207
schnarcht an S. 262. §. 207
Pumpenschwengel S. 259. §. 305
Pumpenstock S. 259. §. 305
Punctum congelationis S. 243. §. 280
Punctum regelationis S. 243. §. 280

Punctum ebullitionis S. 243. §. 280
Pyrometer S. 245. §. 281

## Q.

Quecksilber stehet in dem Barometer an einem Ort bald höher und bald tiefer S. 240. §. 271
wegen dieser Veränderung muß das Barometer in einem Gefäse stehen, oder unten gebogen sein S. 240. §. 272
stehet im Barometer in einem höhern Ort tiefer, als in einem niederen S. 241. §. 274
steigt, wenn man das Barometer in einen Schacht bringt S. 242. §. 275
aus dessen Steigen kan man die Höhe der Berge messen S. 242. §. 276
aus dessen Steigen und Fallen kan man gemeiniglich die Veränderung des Wetters beurteilen S. 242. §. 277

## R.

Rad S. 113. §. 151
liegendes S. 113. §. 151
stehendes S. 113. §. 151
horizontales S. 113. §. 151
vertikales S. 113. §. 151
hat verschiedene Gestalten S. 114. §. 152
dabei verhält sich die Kraft zur Last, wie der Radius der Welle zum Radio des Rades S. 123. § 157
Rad, dabei die Kraft oder Last aus dem Radio des Rades und der Welle, und der Last, oder Kraft zu finden S. 124. §. 158
dabei aus der Kraft und Last und dem Radio des Rades oder der Welle, den Radium der Welle oder des Rades zu finden S. 126. §. 159
ein einziges in viele zu verwandeln, dergestalt, daß zwischen Kraft und Last noch das vorige Gleichgewicht bleibt S. 131. §. 161
an der Welle, dabei verhält sich der Raum, den die Kraft durchlauft, zum Raum, wodurch die Kraft bewegt wird, wie die Last zur erhaltenden Kraft S. 138. §. 164
Räder, wenn verschiedene in einander greifen, und die Radii der Getriebe und Räder samt der Kraft oder Last gegeben sind, die Last oder Kraft zu finden S. 127. §. 160
verschiedene in Eins zu verwandeln, so, daß doch noch das vorige Gleichgewicht zwischen Kraft und Last bleibt S. 131. §. 161
dabei zu finden, wie vielmal das Rad herum gehet, welches von einem andern umgetrieben wird S. 135. §. 162

Räder, dabei die Einrichtung zu finden, daß ein Rad um eine gewisse Zahl herum gehet, bis das andere einmal herum komt S. 137. §. 163
wenn mehrere in einander greifen, so verhält sich der Raum, den die Kraft durchläuft, zum Raum, wodurch die Last bewegt wird, wie die Last zur erhaltenden Kraft S. 138. §. 164
Radhaspel S. 114. §. 153
Raum S. 19. §. 47
beschriebene S. 19. §. 47
den die Materie des Körpers einnimt, muß von seinem Umfang unterschieden werden S. 9. §. 19
eines flüssigen Körpers aus seiner Schwere zu finden S. 197. §. 213
luftleerer S. 225. 233 §. 249. 263
darinnen fält, wenn die Luft verdünt ist, die Pflaumfeder so geschwind, als ein Stük Geld S. 229. §. 255
darinnen brent kein Licht S. 229. §. 256
darinnen sterben die Thiere S. 229. §. 257
darinnen entstehet kein Schall S. 230. §. 258
darinnen wiegt ein Körper schwerer, als in freier Luft S. 246. §. 283
schädlicher S. 264. §. 309
der Kraft, wie er sich zu dem Raum der Last bei der schiefen Fläche verhält S. 146. 148. §. 166. 167
Raum der Kraft, wie er sich bei der Schraube zum Raum der Last verhält S. 163. §. 174
Reactio S. 11. §. 27
Recipient der Luftpumpe S. 222. §. 247
darinnen fält, wenn die Luft verdünt ist, die Pflaumfeder so geschwind, als ein Stük Geld S. 229. §. 255
darinnen brent kein Licht S. 229. §. 256
darinnen sterben die Thiere S. 229. §. 257
darinnen entstehet kein Schall S. 230. §. 258
darinnen die Verdünnung der Luft von einer Anzahl Auspumpungen zu finden S. 230. 233 §. 261. 262
Reibung S. 23. 169. §. 58. 183
wie sie vermindert wird S. 169. 170. 171. 171 §. 184. 185. 186. 187
deren Gröse S. 170. 172 §. 185. 188
ist noch nicht genau bestimt S. 172. §. 188
wie sie zu finden S. 172 §. 188
Reisel S. 252. §. 294
Respective Schwere S. 151 §. 168
wie sie sich zur absoluten verhält S. 151. §. 168

Richtung mittlere S. 23. 43 §. 57. 91
wie sie am Winkelhebel entstehet S. 75. §. 112
mittlere am Winkelhebel, welche sie ist S. 77. §. 115
der mittleren Kraft zu finden S. 81. §. 121
Richtungen der Schweren S. 17. §. 44
Röhre in einer gebogenen stehet ein flüssiger Körper in beiden Schenkeln gleich hoch, und der Körper ruhet S. 176. §. 195
in einer gebogenen ruhet ein flüssiger Körper nicht, wenn nicht die Oberflächen in beiden Schenkeln gleich hoch sind S. 177. §. 196
in einer gebogenen, wenn darin zwei flüssige Körper von verschiedener Schwere sind, die sich nicht mit einander vermischen, so verhalten sich ihre Höhen im Fall des Gleichgewichts, wie umgekehrt ihre Schweren, oder Dichtigkeiten S. 189. §. 204
die an einem Ende verschlossen ist, daraus fält kein flüssiger Körper S. 233. 237. §. 263. 268
toricellische S. 234. § 264
luftleere, darinnen steigt jeder flüssige Körper in die Höhe S. 237. §. 268
Röhrenfahrt S. 255. §. 299
Röhrenleitung S. 255. §. 299
Röhren, woraus sie bestehen S. 255. §. 300
wie sie zusammen gefügt werden S. 256. §. 301
Röhrbrunnen S. 258. §. 302
Rolle S. 26. §. 64
der ersten Art S. 94. §. 138
der andern Art S. 94. §. 138
bewegliche S. 94. §. 138
unbewegliche S. 94. §. 138
wenn dabei auf beiden Seiten gleiche Gewichte hängen, so ist alles im Gleichgewicht S. 27. §. 67
wenn die an sie zu beiden Seiten angebrachte Kräfte ungleich sind, so erfolgt kein Gleichgewicht S. 28. §. 71
wenn man an zwei willkührliche Punkten ihrer Peripherie nach Tangenten zwei Kräfte anbringt, so erfolgt ein Gleichgewicht S. 28. §. 72
der ersten Art oder unbeweglichen, dabei ist Kraft und Last gleich S. 95 §. 139
der andern Art, oder bewegliche, dabei verhält sich die Kraft zur Last, wie der Radius der Rolle zu der Sehne, die von einem Berührungspunkt des Seils bis zu dem andern gezogen wird S. 95. 100 §. 140. 142
von der andern Art, dabei die Gröse der Kraft, oder Last zu finden, wenn der Radius der Rolle die

Sehne

Sehne von einem Berührungspunkt des Seils bis zu dem andern, und im ersten Fall die Last, im andern aber die Kraft gegeben ist S. 95 99. 102 §. 140. 141. 144
Rolle von der andern Art, dabei hat die Kraft die meiste Gewalt, wenn die Seiler einander parallel sind S. 100. §. 142
von der andern Art, wie dabei die Seiler gespant werden S. 100. §. 143
obere S. 104. §. 145
untere S. 104. §. 145
dadurch kan man die Gewichte nach Richtungen ziehen S. 29. §. 73
Rosenkranzmühle S. 273 §. 323
Rota directa S. 116. §. 155
retrograda S. 116. §. 155
Rükken des Keils S. 152 §. 170
dessen Breite S. 152. §. 170
Ruhe S. 11. §. 25
Ruhepunkt S. 24. §. 61
bei dem Hebel der ersten Art, aus den Entfernungen der Kräfte zu finden S. 43. §. 92
bei dem Hebel der andern Art aus den Entfernungen der Kräfte zu finden S. 45. §. 93

## S.

Sauerwasser, wie es aus dem Boden der Brunnen zu schöpfen S. 213. §. 234
dessen Unterscheid in ein und eben demselben Brunnen S. 213. §. 234
Saugröhre S. 262. §. 308
Saugwerk S. 262. §. 308
vereinbartes mit einem Drukwerk S. 270. §. 316
Saz S. 265. §. 310
hoher S. 265. §. 310
niedriger S. 265. §. 310
mit einem Aufsaz S. 265 §. 310
niedriger wirkt mehr, als ein hoher S. 266. §. 311
dabei steigt das Wasser nur 32 Fus hoch, seiger gemessen S. 266. §. 311
wo dessen eigentliche Einrichtung vorkomt S. 267. §. 313
Schacht, darinnen steigt das Quecksilber im Barometer S. 242. §. 275
Schädlicher Raum S. 264 §. 309
Schärfe des Keils S 152 §. 170
Schall entstehet nicht im luftleeren Raum S. 230 §. 258
wie weit er sich in einer Secunde fortpflanzt S. 230. §. 259
dadurch die Weite eines Orts zu messen S. 230 §. 260
Schaufeln S. 116. §. 155
Schaufelwerk S. 275. § 324
Scheere S. 87. §. 127
Schiefliegende Fläche, dabei verhält sich die Kraft zur Last, wie der Sinus des Winkels, den die Fläche mit dem Horizont macht, zu

zu dem Cosinu des Winkels, den die Directionslinie der Kraft und die schiefe Fläche mit einander machen S. 142. §. 165
Schiefliegende Fläche, wie sich dabei der Druk auf sie verhält S. 142. §. 165
dabei aus dem Winkel, worunter die Kraft ziehet, dem Winkel, den diese Fläche mit dem Horizont macht, und der gegebenen Last die Kraft, oder wenn statt der Last die Kraft gegeben ist, die Last zu finden S. 142 §. 165
dabei den Druk der Last auf diese Fläche zu finden S. 142 §. 165
wie sich dabei die Kraft zur Last verhält, wenn die Directionslinie der Kraft dem Horizont parallel ist S. 146. §. 166
dabei die Kraft oder Last zu finden, wenn die Directionslinie der Kraft dem Horizont parallel ist S. 146. §. 166
wie sich dabei der Druk verhält, wenn die Directionslinie der Kraft dem Horizont parallel ist S. 146. §. 166
diesen Druk zu finden S. 146 §. 166
wie sich dabei der Raum der Kraft zum Raum der Last verhält S. 146, 148. §. 166. 167
wie sich dabei die Kraft zur Last verhält, wenn die Directionslinie der Kraft der schiefen Fläche parallel ist S. 148. §. 167
wie sich dabei der Druk der Last zur Kraft oder Last verhält, wenn die Directionslinie der Kraft der schiefen Fläche parallel ist S. 148. §. 167
diesen Druk zu finden S. 148 §. 167
dabei die Kraft oder Last zu finden, wenn die Directionslinie der Kraft der schiefen Fläche parallel ist S. 148. §. 167
dabei wirkt die Kraft am mehresten, wenn die Directionslinie der Kraft der schiefen Fläche parallel ist S. 151. §. 168
Schiefliegende Fläche, wie sich dabei die Kraft zur Last verhält, wenn solche durch einen Haspel bewegt wird S. 152. §. 169
Schläucher S. 262. §. 308
Schlauch S. 262. 269. §. 308. 315
Schnekke S. 271. §. 320
einfache S. 271. §. 320
doppelte S. 271. §. 320
dreifache S. 271. §. 320
Schnellkraft S. 167. §. 180
deren Gröse S. 168. §. 181. 182
Schnellwaage S. 87. §. 127
Schöpfrad S. 116. 274. §. 155. 322
Schöpfwerk S. 276. §. 325
Schub S. 262. §. 307
Schuzwand S. 116. §. 155
Schraube S. 161. §. 173
dabei verhält sich im Fall des Gleichgewichts die Kraft zur Last, wie die Höhe eines Schraubengangs zum Umfang der Schraube S. 163. §. 174
dabei verhält sich die Kraft zur Last, wie der Raum der Last zum Raum der Kraft S. 163 §. 174
dabei vermag die Kraft am meisten, wenn die Höhe der Schraubengänge vielmal enthalten ist S. 163. §. 175
wenn dabei von Kraft, Last, Weite der Schraubengänge und der Peripherie der Schraube drei Stükke gegeben sind, das vierte zu finden S. 164 §. 176
deren Theorie in Rüksicht auf die Verhältnis der Kraft zur Last ist noch vielen Schwürigkeiten unterworfen S. 166 §. 177
ohne Ende S. 167. §. 178
ohne Ende, deren Vermögen auszurechnen S. 167. §. 179
Schraubengang S. 161. §. 173
dessen Höhe oder Weite S. 161 §. 173

Schrau-

Schraubenlinie S. 161. §. 173
Schraubenmutter S. 161. §. 173
Schwanz S. 256. §. 301
Schwellwasser S. 116. §. 155
Schwere der Körper S. 14. §. 34
bestehet in allen Teilen der Körper S. 14. §. 35
Schwere absolute S. 151. §. 168
respective S. 151. §. 168
absolute, wie sie sich zur respectiven verhält S. 151. §. 168
specifische der flüssigen Körper zu finden S. 204. §. 224
deren Richtung S. 17. §. 44
ihr Durchmesser S. 18. §. 45
eines flüssigen Körpers zu finden S. 174. §. 191
des specifisch leichtern festen Körpers verhält sich zur Schwere des specifisch schwereren flüssigen Körpers, wie sich die Gröse des eingetauchten Teils vom festen Körper zu seiner ganzen Gröse verhält S. 201. §. 220
specifische verschiedener Körper verhalten sich, wie die Produkte aus dem Gewicht des einen in freier Luft, in das Gewicht des andern in einem flüssigen Körper S. 205. §. 225
specifische verschiedener Körper, wenn sie sich verkehrt, wie ihr Verlust in einem flüssigen Körper verhalten S. 205. §. 225
specifische verschiedener Körper durch Abwiegen in einem flüssigen Körper zu finden S. 205. §. 225
eines ieden Metalls von zweien vermischten Metallen aus dem Verlust zu finden, den diese Masse in einem flüssigen Körper leidet S. 206. §. 226
specifische verschiedener flüssigen Körper und deren Verhältnis zu finden S. 193. 193. §. 210. 211
eines flüssigen Körpers zu finden S. 197. §. 212
der Luft S. 217. §. 237
Schwere ist veränderlich S. 240 §. 271
specifische der Körper wird durch die Wärme und Kälte verändert S. 245. §. 282
Schwerebene S. 18. §. 45
Schwerpunkt S. 18. §. 45
bei dem Hebel der ersten Art ist zugleich der Ort der Unterlage S. 49. §. 95
wenn darinnen ein Gewicht aufgehängt wird, so der Kraft und Last gleich ist, wie dessen Moment beschaffen S. 49. §. 95
darinnen können die Kräfte aufgehängt werden, ohne daß dadurch was an der Gewalt verändert wird S. 49. §. 96
dessen Entfernung von einem gegebenen Punkt zu finden S. 47. 50. §. 94. 97
wenn man darinnen die Kräfte aufhängt, wie das Moment von einem angenommenen Punkt beschaffen S. 51. §. 98
gemeinschaftlicher S. 43. §. 91
Schwungrad S. 121. §. 156
Schwungschaufel S. 271. §. 318
Seihe S. 258. §. 302
Seilrad S. 116. §. 155
Seitenkräfte wirken eben das, was die mittlere Kraft wirkt S. 77. §. 116
daraus die mittlere Kraft zu finden S. 78. §. 117
Seitenkräften ist die mittlere Kraft aequipollent S. 79. §. 118
können in eine verwandelt werden S. 80. §. 119
können aus einer Kraft entstehen S. 80. §. 119
verhalten sich umgekehrt, wie die Sinus der durch die mittlere Richtung gemachten Winkel S. 80. §. 120
wie sich dazu die mittlere Kraft verhält S. 82. §. 122
zu finden S. 83. §. 123
Seitenkraft S. 23. §. 57
Senkelkiel S. 262. §. 308

Sicherpfahl S. 116. §. 155
Siedepunkt S. 243. §. 280
Sipho S. 251. §. 291
Specifische Schwere der Körper S. 91. §. 133
wie sie sich verhält S. 91. §. 134
dieselbe zu finden S. 92. 92. 93 §. 135. 136. 137
der Körper wird durch Wärme und Kälte verändert S. 245 §. 282
Specifisch schwerer fester Körper, als ein flüssiger, wenn er schwimmen muß S. 201. §. 221
Sperrklinke S. 121. §. 156
Sperrad S. 121. §. 156
Spillen S. 114. §. 153
Spindel S. 161. §. 173
deren Umfang S. 161. §. 173
Spirallinie S. 161. §. 173
Spont S. 256. 262. §. 301. 306
Spriese S. 161. §. 173
Springbrunnen S. 258. §. 302
wodurch solche uwege gebracht werden S. 259. §. 304
Spröder Körper S. 8. §. 15
Staberrad S. 116. §. 155
Statera S. 87. §. 127
Statik S. 5. §. 7
wird unter dem Namen Mechanik vorgetragen S. 6. §. 10
Stechheber S. 253. §. 295
Stehender Haspel S. 114. §. 153
Stehendes Rad S. 113. §. 151
Steigröhre S. 267. §. 313
Stellrad S. 121. §. 156
Sternrad S. 121. §. 156
Stiefel S. 259. §. 305
stehender S. 267. §. 313
liegender S. 267. §. 313
Stirn S. 116. §. 155
Stirnrad S. 121. §. 156
Stökkel S. 259. §. 305
Stökkelkiel S. 262. §. 308
Stok S. 258. §. 302
Stokpanster S. 116. §. 155
Stos S. 14. §. 32
Stossprizzen S. 269. §. 315
Straubrad S. 116. §. 155
Succula S. 114. §. 153

# T.

Taschenwerk S. 274. §. 323
Thätigkeit S. 11. §. 27
Taucherglokke S. 215. §. 235
Teller der Luftpumpe S. 222. §. 247
That S. 11. §. 27
Thermometer S. 243. §. 280
fahrenheitische S. 243. §. 280
reaumurische S. 243. §. 280
de l'islische S. 243. §. 280
Thermoscopium S. 243. §. 280
Thiere sterben im luftleeren Raum S. 229. §. 257
Thürgen S. 259. §. 305
Tode Kräfte S. 12. §. 29
Todes Wasser S. 116. §. 155
Tonnenmühle S. 271. §. 320
Toricellische Leere S. 234. §. 264
Röhre S. 234. §. 264
Trägheit S. 11. §. 26
Tretträder S. 114. §. 153
Triebstökke S. 121. §. 156
Trilling S. 121. §. 156
Trochlea S. 26. §. 64
Trokkener Fall S. 116. §. 155
Tummelbaum S. 114. §. 153
Tympanum der Alten S. 273. §. 321

# U.

Umfang des Körpers S. 8. §. 16
muß von dem Raum, den die Materie einnimt, unterschieden werden S. 9. §. 19
der Spindel S. 161. §. 173
Unbewegliche Rolle S. 94. §. 138
dabei ist Kraft und Last gleich S. 95. §. 140
Ungleichförmige Bewegung S. 20. §. 49
Untere Rolle S. 104. §. 145
Unterlage S. 24. §. 61
trägt bei dem Hebel der ersten Art, wenn in gleichen Entfernungen von dem Mittelpunkt gleiche Gewichte hängen, die Summe dieser Gewichte S. 27. §. 66
deren Ort aus den Entfernungen

gen der Kräfte am Hebel der ersten Art zu finden S. 43 §. 92
Unterlage, deren Ort aus den Entfernungen der Kräfte bei dem Hebel der andern Art zu finden S. 45. §. 93
Unterschlächtiges Wasserrad S. 116. §. 155

## V.

Vacuum S. 225. §. 249
darinnen fält die Pflaumfeder so geschwind, als ein Stük Geld S. 229. §. 255
darinnen brent kein Licht S. 229. §. 256
darinnen sterben die Thiere S. 229. §. 257
Vacuum toricellianum S. 234. §. 264
Vectis heterodromus S. 25. §. 63
homodromus S. 25. §. 63
Ventil S. 259. §. 305
Veränderung in der Dichtigkeit der Luft zu finden S. 248. §. 285
Verdichtung der Körper S. 210 §. 220
deren Grade S. 243. §. 280
Verdünnung der Luft unter der Glokke der Luftpumpe, von einer Anzahl Auspumpungen zu finden S. 230. 233 §. 261. 262
deren Grade S. 243. §. 280
Vereinbartes Druk- und Saugwerk S. 270. §. 316
Verminderte Bewegung S. 21. §. 52
gleichförmige Bewegung S. 21 §. 53
wie sie sich verhält S. 22. 22 §. 54. 55
Vermischter Metalle zweier, ihr Gewicht aus ihrem Verlust in einem flüssigen Körper zu finden S. 206. §. 226
Vertikales Rad S. 113. §. 151
Vexirbecher S. 254. §. 298
Vollkommen dichter Körper S. 9. §. 21
Volumen des Körpers S. 8. §. 16

## W.

Waage S. 87. §. 127
falsche S. 89. §. 129
darauf das wahre Gewicht eines Körpers zu finden S. 89. §. 131
gemeine S. 87. §. 127
gleichförmige S. 87. §. 127
hydrostatische S. 193. §. 211
Waagbalken S. 87. §. 127
Waagen, wie sie gemacht werden S. 89. §. 130
Waagschale S. 87. §. 127
Waagförmiger Hebel S. 25. §. 63
Wachsende Bewegung S. 21. §. 52
Wärme dehnt die Luft aus S. 219. §. 238
vermehrt die Elasticität der Luft S. 219. 219. §. 239. 240
dehnt die flüssige Körper aus S. 243. §. 279
Wärmemaas S. 243. §. 280
Wärme und Kälte der Körper verändert die specifische Schwere derselben S. 245. §. 282
Warme Luft darinnen wiegt ein Körper mehr als in der kalten S. 246. §. 283
Warmer Körper wiegt weniger als wenn er kalt ist S. 246. §. 283
Walze S. 113. §. 151
Walzenrad S. 116. §. 155
Wasser läst sich nicht zusammen drukken S. 250. §. 290
wird durch den natürlichen Fall in die Höhe gebracht S. 258 §. 302
wie hoch solches alsdann wieder steigt S. 259. §. 303
lebendiges S. 116. §. 155
todes S. 116. §. 155
gespantes S. 116. §. 155
Wasserbett S. 116. §. 155
Wasserkuppe S. 271. §. 319
Wasserrad S. 116. §. 155
Wasserrad oberschlächtiges S. 116 §. 155
unterschlächtiges S. 116. §. 155
Wasserrad halb oberschlächtiges S. 116. §. 155

Wasserrad, horizontales S. 116 §. 155
Wassersäule S. 175. §. 194
Wasserschnekke S. 271. §. 320
Wasserschraube S. 271. §. 320
Wasserstand S. 116. §. 155
Wasserwaage S. 193. §. 211
Wasserzange S. 271. §. 319
Wechsel S. 256. 262. §. 301. 308
Weeg S. 19. §. 47
Wellbaum S. 113. §. 151
Welle S. 113. §. 151
Wehr S. 116. §. 155
Wehrlatte S. 116. §. 155
Weicher Körper S. 8. §. 15
Wiederstand S. 11. §. 27
beim Keil, wie er sich zur Kraft verhält S. 153. §. 171
der Luft ist blos die Ursache, daß Körper von verschiedener Schwere mit so verschiedener Geschwindigkeit fallen S. 229 §. 255
Windflügel S. 116. §. 155
Windkessel S. 269. §. 315
Windmesser S. 249. §. 288
Windmühlen S. 116. §. 155
Winkelhebel S. 70. §. 107
dabei die Verhältnis der Kräfte zu finden, wenn dieselbe im Gleichgewicht sind, und die Directionslinien auf den Armen senkrecht stehen S. 71 §. 108
dabei die Verhältnis der Kräfte zu finden, wenn dieselbe im Gleichgewicht sind, und die Directionslinien mit den Armen schiefe Winkel machen S. 73. §. 109
daran sind überhaupt die Kräfte im Gleichgewicht, wenn sie sich umgekehrt, wie die Directionslinien von dem Ruhepunkt verhalten S. 74. §. 110
dabei sind die Kräfte im Gleichgewicht, wenn ihre Momente gleich sind S. 75. §. 111
Winkelhebel, wie daran die mittlere Richtung entstehet S. 75 §. 112
Winkelhebel, welche Kraft daran mit beiden Kräften im Gleichgewicht ist S. 76. §. 113
wie sich dabei die Directionslinien der Kräfte verhalten S. 76. §. 114
wie sich dabei die Kräfte verhalten S. 77. §. 115
welche dabei die mittlere Richtung der Kräfte ist S. 77. §. 115
Wirken S. 11. §. 27
Wirkung S. 11. §. 27
und Gegenwirkung sind einander gleich S. 12. §. 28
Wolf S. 238. §. 270
Würtembergische Heber S. 252 §. 294
Wüstengerinne S. 116. §. 155

## Z.

Zähne S. 121. §. 156
Zange S. 87. §. 127
Zapfen S. 87. 113 §. 127. 151
Zapfenlager S. 113. §. 151
Zehrzoll S. 116. §. 155
Zeit S. 19. §. 48
Ziehbarer Körper S. 8. §. 15
Ziehepanster S. 116. §. 155
Ziehepengel S. 164. §. 176
Zug der Luftpumpe S. 223. §. 248
Zunehmende Bewegung S. 21. §. 52
gleichförmige Bewegung S. 21 §. 53
wie sie sich verhält S. 22. 22 §. 54. 55
Zunge S. 87. §. 127
Zusammengesezte Bewegung S. 23 §. 57
Maschine S. 23. §. 59
Zusammendrukkung der Körper S. 210. §. 229
Zusammenpressung der Luft S. 211 §. 232
Zusammenziehung der Körper S. 210. §. 229
Zwischenräume der Körper S. 8 §. 18

Bayerische Staatsbibliothek München

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Cancrin, Franz Ludwig von, 1738-1812

Franz Ludwig Cancrinus Hochfürstl. Hessen Hanauischen Cammerassessors und ö
ffentl. Lehrers der Mathematik wie auch ordentl. Mitglieds der Fürstl.
Hessischen Akademie der Wissenschaften zu Giessen erste Gründe der Berg
und Salzwerkskunde mit 20 Kupfertafeln
Bd.: 7,1

Frankfurt am Main 1777

BHS I B 33-6,2/7,1
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10705530-9
VD18 90056981